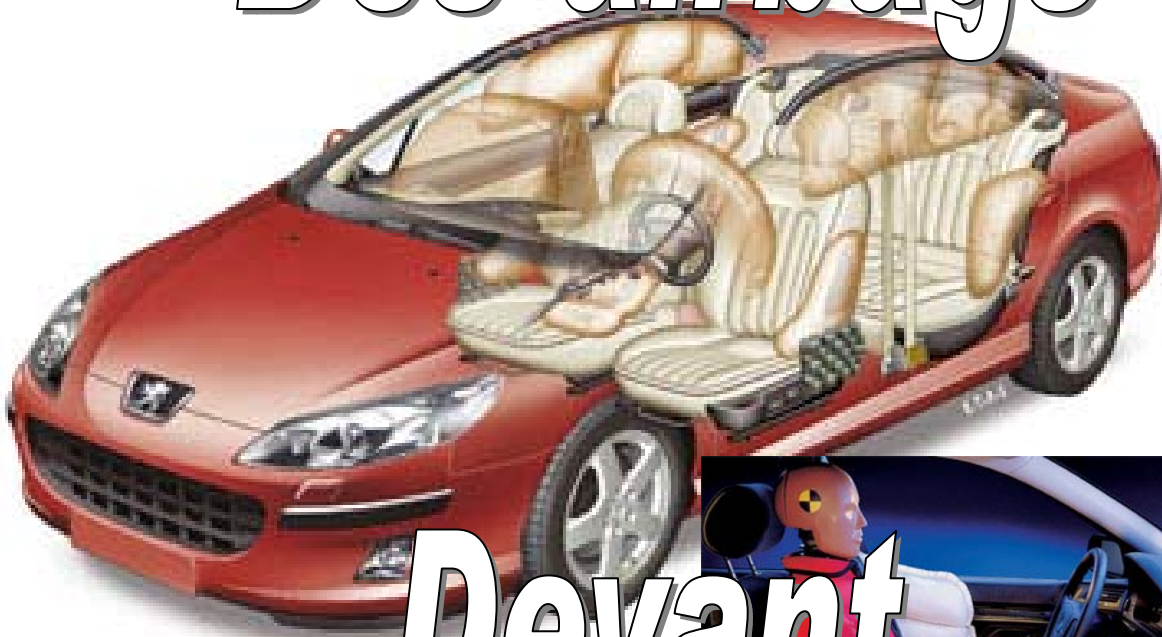
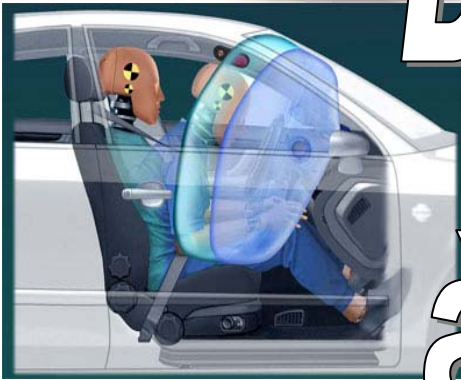
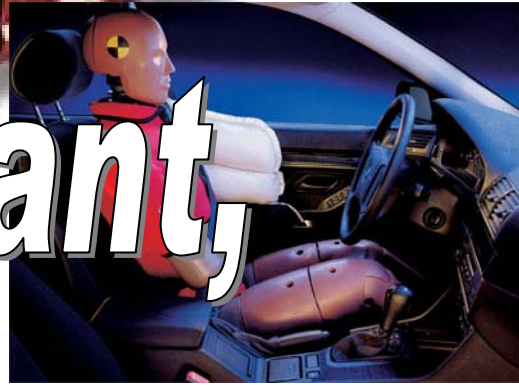


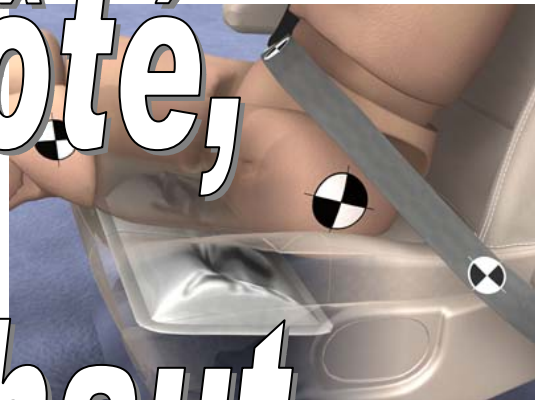
Des airbags



Devant,



à côté,



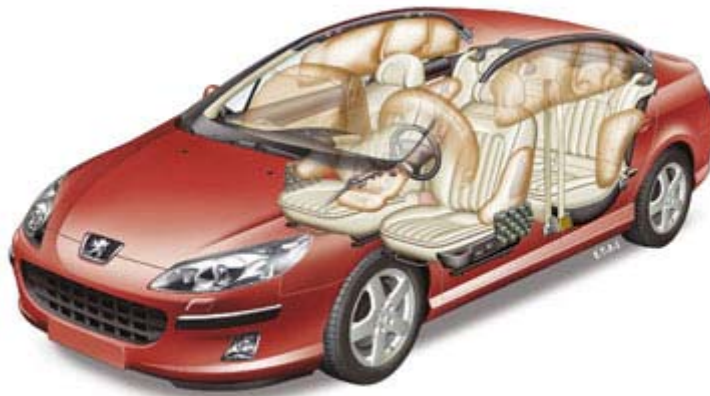
en haut



Des airbags Devant, à côté, en haut, en bas,...

L'airbag est un équipement de sécurité aujourd'hui incontournable. Son nombre ne cesse de se multiplier dans les dernières productions automobiles : frontal, latéral, toit, genoux et même anti-sous-marinage. Pourtant faire évoluer ce système en toute fiabilité – 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 ou la forme du coussin.



Combien d'airbags dans la Peugeot 407 ?
9 airbags : 2 frontaux, 4 latéraux, 2 rideau et 1 genoux.

Contenu :

- Page 1 : Présentation,
- Page 2 : Historique,
- Page 3 : Le processus de déploiement,
- Page 4 : La détection de l'impact (1/2),
- Page 5 : La détection de l'impact (2/2),
- Page 6 : Les générateurs de gaz,
- Page 8 : L'airbag frontal : 300 km/h,
- Page 10 : Le double niveau de déploiement,
- Page 12 : L'airbag latéral,
- Page 14 : L'airbag rideau,
- Page 16 : L'airbag genoux,
- Page 17 : L'airbag anti-glisserment,
- Page 18 : L'airbag de tête pour cabriolet,
- Page 19 : L'airbag frontal asymétrique,
- Page 20 : La détection d'occupation du siège et la mesure de morphologie,

Des airbags Devant, à côté, en haut, en bas,...

Historique

Les premiers airbags ont été commercialisés en 1973 aux Etats-Unis par General Motors. Ils 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 ".



8 airbags dans la Volkswagen Golf Plus

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.

Des airbags

Devant, à côté, en haut, en bas,...

Le processus de déploiement

Lors d'un choc, les passagers sont projetés vers l'avant et retenus par la ceinture (voir le dossier sur la sécurité passive pour son fonctionnement). L'airbag frontal va se gonfler afin de protéger la tête du volant ou du tableau de bord, 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.

Démonstration du déploiement de l'airbag par Renault

L'airbag doit être gonflé à sa taille maximale au moment où la tête s'avance dangereusement vers le volant, pas 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 metteurs au point 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 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 doit 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 tendu les ceintures de sécurité avant que le passager ne commence son mouvement vers le tableau de bord.

Vous avez sûrement compris 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 aux suivants.

Après un déclenchement d'airbag, les capteurs sont aussi à remplacer. Mais, étant donné que la structure du châssis sert d'absorbeur de chocs, elle est donc très déformée et le véhicule est souvent jugé économiquement irréparable dans ce cas.

Des airbags Devant, à côté, en haut, en bas,...

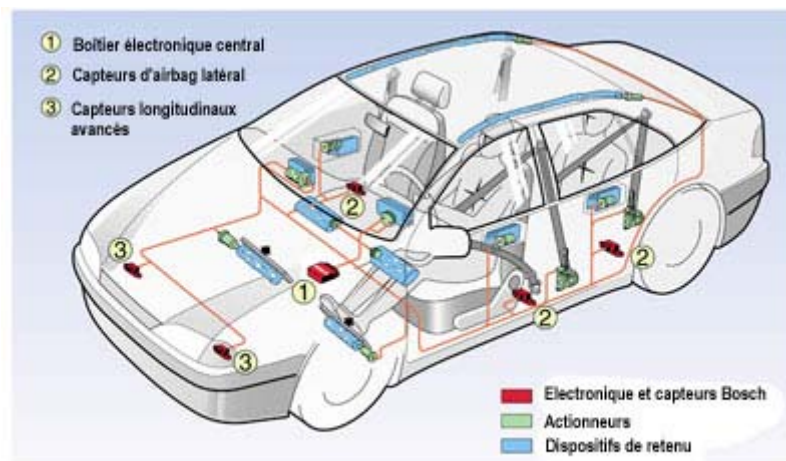
La détection de l'impact (1/2)

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 de l'airbag. Mais il peut aussi se déclencher voiture à l'arrêt si une autre vient le percuter...

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, sachez qu'il doit avoir la capacité de discerner une vraie collision d'un choc anodin en seulement 10 millisecondes. Et 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. 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 bassement, fixations moteur,... (Voir le dossier sur [la sécurité passive](#) pour plus d'informations).



BOSCH 

Reproduction sans charge sans réserves. Photo: Bosch!

Photo: Bosch! 1-KB-10088

Capteurs d'airbags - Bosch

Le véhicule peut aussi être équipée de capteurs spécialement dédiés au choc frontal (up-front sensor). Placés à l'avant du véhicule, ces capteurs sont capables d'estimer la sévérité d'une collision plus rapidement que le capteur principal placé au centre du châssis. Le résultat est une plus grande efficacité du tendeur de ceinture et un déploiement des airbags plus précis, particulièrement lorsque ceux-ci sont à double effet (en fonction de l'importance du choc).

Des airbags Devant, à côté, en haut, en bas,...

La détection de l'impact (2/2)

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. (voir le cahier technique Bosch " Les capteurs en automobile " disponible dans [notre librairie](#) pour plus de détails).

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.



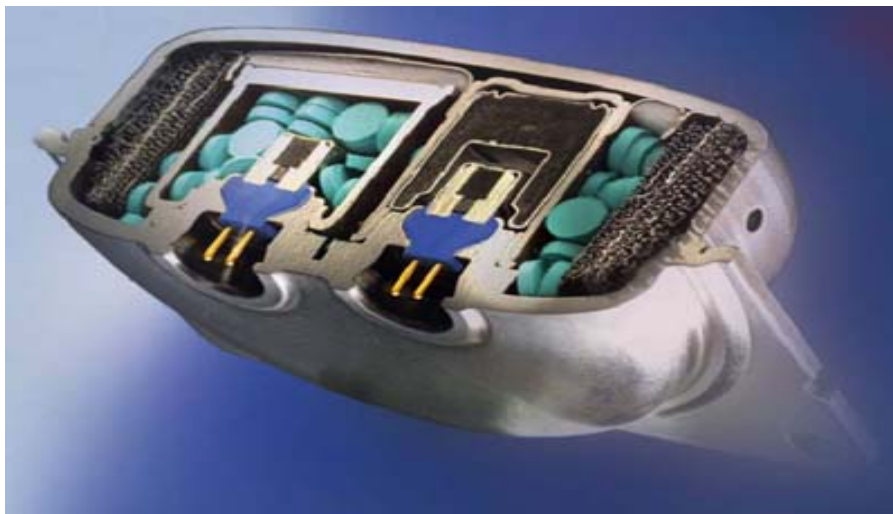
9me génération de boîtier de commande d'airbags Bosch

Le boîtier électronique est électriquement autonome. Il dispose d'une réserve électrique, dans un condensateur, si l'alimentation est coupée pendant l'accident. Le capteur de chocs frontaux prend généralement en compte les collisions jusqu'à 30° de décalage par rapport à l'axe longitudinal.

Des airbags Devant, à côté, en haut, en bas,

Les générateurs de gaz

Le générateur de gaz est 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.



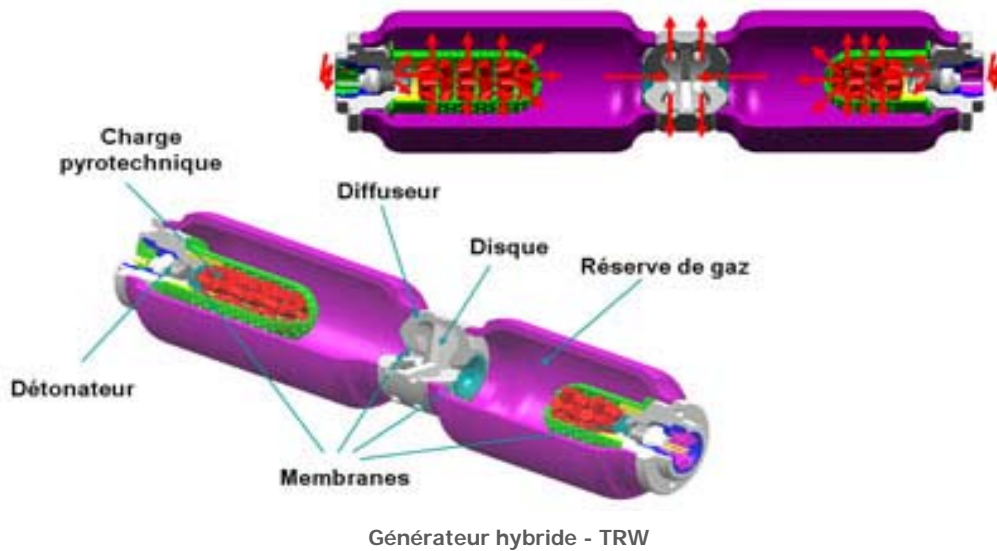
Double générateur de gaz intégré dans le volant - Autoliv

La charge pyrotechnique est souvent composée d'azide de sodium (NaN_3) mélangé à du nitrate de potassium (KNO_3) et à de la silice (SiO_2). 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.



Générateur à hydrogène - TRW

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.

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.

Des airbags Devant, à côté, en haut, en bas,...

L'airbag frontal : 300 km/h



Détail d'un airbag de volant - Autoliv :
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 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 300 km/h.



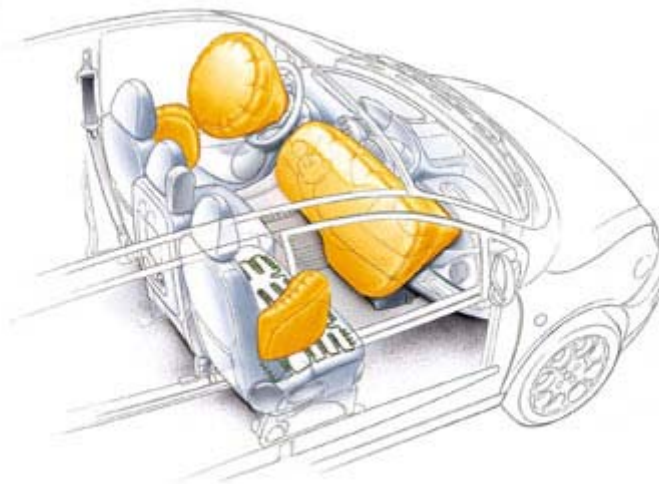
Déploiement des airbags frontaux sur la Mercedes classe A lors d'un test EuroNCap

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.



Airbag pour passager avant dans le tableau de bord - Autoliv

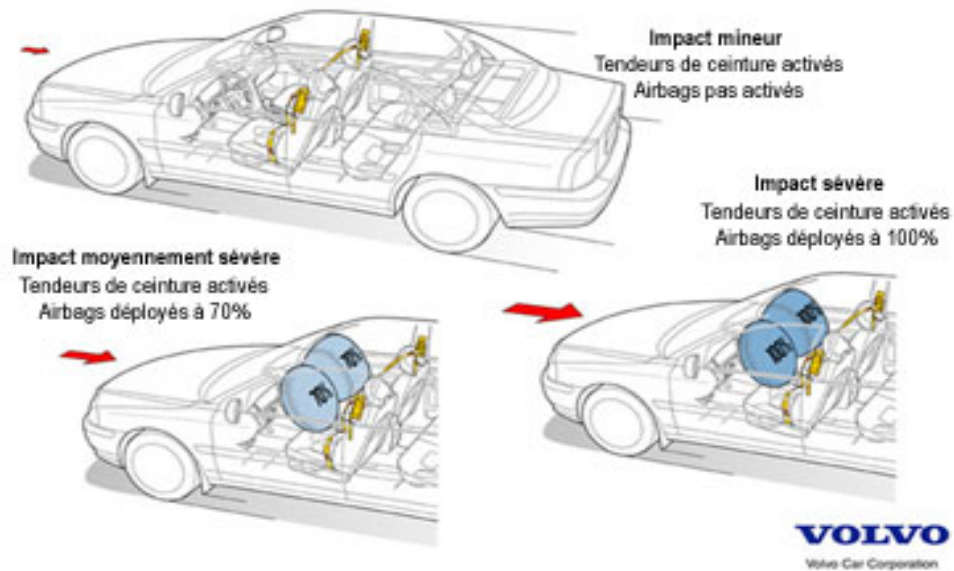


Sur une Fiat Multipla, l'airbag frontal est dimensionné pour la protection de 2 passagers

Des airbags Devant, à côté, en haut, en bas,...

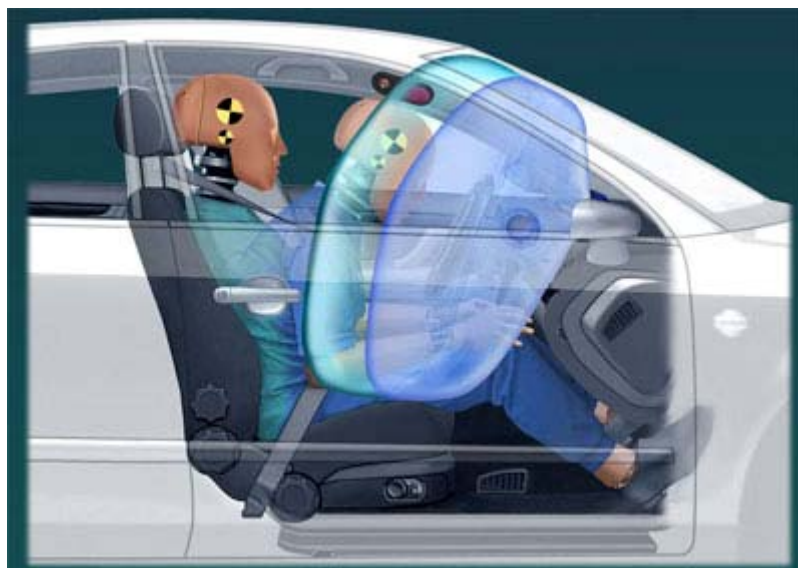
Le double niveau de déploiement

Airbag à double déploiement

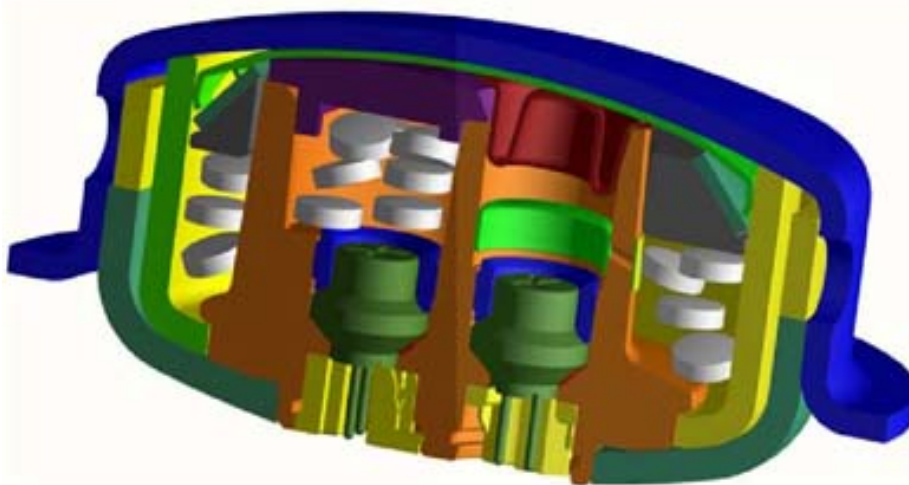


Airbag à deux niveaux de déploiement

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.



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. Un capteur de position du siège et, parfois, de l'inclinaison du dossier est pris en compte.



Airbag de volant équipé de deux générateurs de gaz - TRW

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.

Des airbags Devant, à côté, en haut, en bas,...

L'airbag latéral



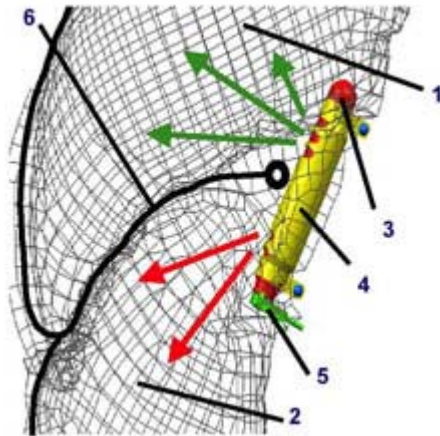
Mini équipé d'airbags frontaux, latéraux et rideau

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 déployé à partir de la portière de la BMW Série 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.

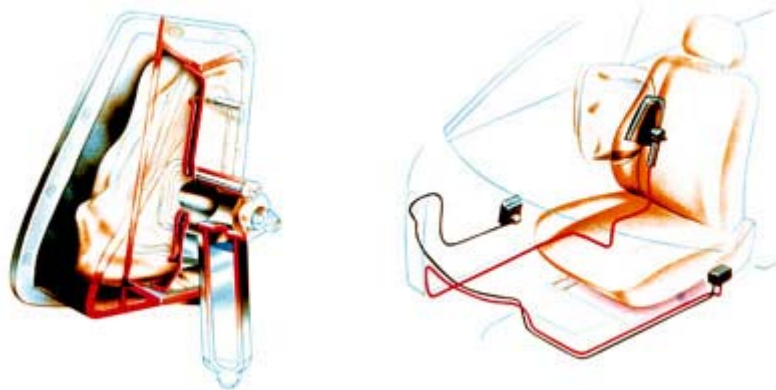


La plupart d'entre eux sont à double déploiement. Les airbags latéraux sont à un seul seuil de déclenchement, mais à deux zones de gonflage. La priorité est de gonfler le coussin protégeant le bassin car il est très proche de la porte, ce qui est fait en 8 millisecondes. Un deuxième coussin est gonflé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

- 1 – Coussin de thorax
- 2 – Coussin de bassin
- 3 – Générateur de gaz
- 4 – Boîtier de diffusion
- 5 – Connecteur électrique
- 6 – Couture de séparation

Détail de l'airbag à double volume - TRW
[Cliquez pour agrandir](#)

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



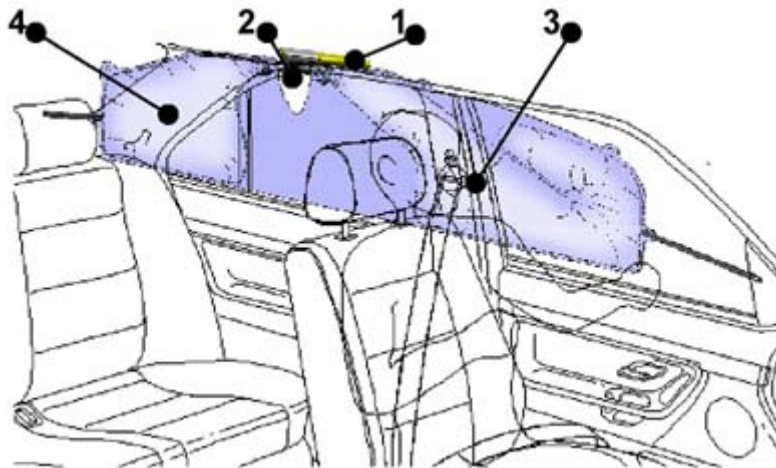
Circuit de commande des airbags latéraux

Des airbags Devant, à côté, en haut, en bas, ... 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.

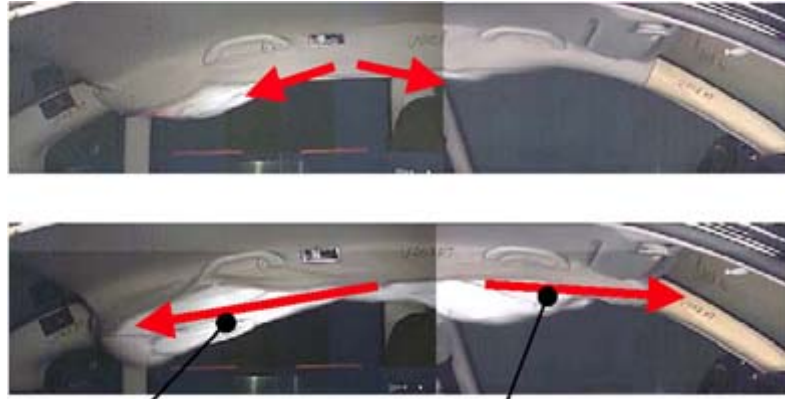


Déploiement de l'airbag rideau - TRW
1 – Générateur de gaz placé vers le pilier B,
2 – Système de séparation des gaz
3 – Coussin du passager avant
4 – Coussin du passager arrière

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



Test de choc latéral EuroNCap sur BMW Série 3

Des airbags Devant, à côté, en haut, en bas, ... L'airbag genoux



Boîtier d'airbag genoux fabriqué par TRW

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.



Airbag genoux dans Citroën C5 après déploiement lors d'un test EuroNCap

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

Des airbags Devant, à côté, en haut, en bas,...

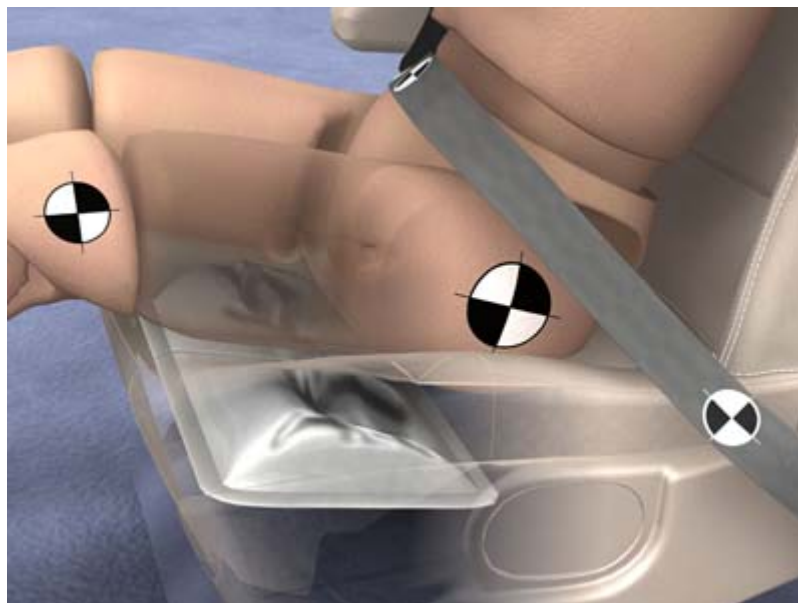
L'airbag anti-glisserment

L'airbag anti-glisserment a fait son apparition, en première mondiale, sur la Renault Coupé Mégane 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-glisserment sur Renault Mégane Coupé

L'airbag anti-glisserment 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-sous marinage.

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

Des airbags Devant, à côté, en haut, en bas,...

L'airbag de tête pour cabriolet



Airbag de tête sur Porsche 911 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 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.

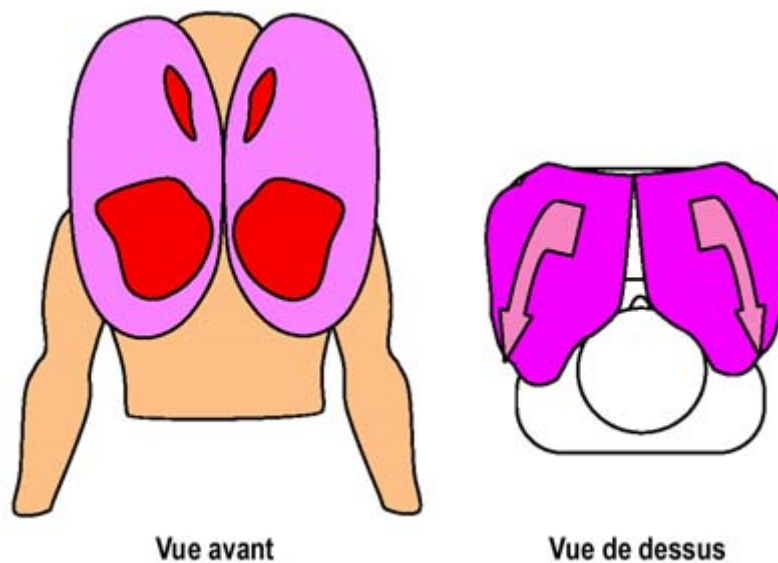
Des airbags Devant, à côté, en haut, en bas,...

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.



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

Des airbags Devant, à côté, en haut, en bas,...

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



Neutralisation de des airbags - 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.

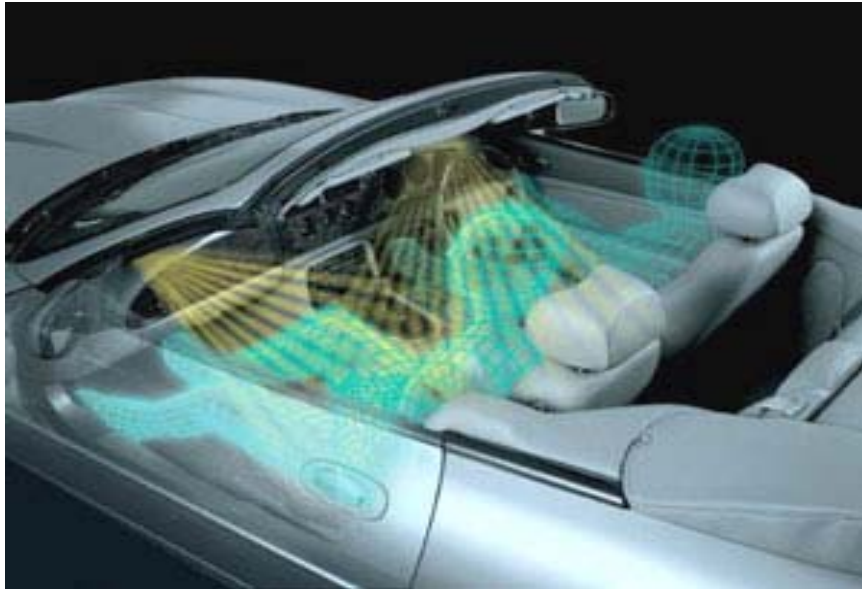


Tapis de mesure du poids et de sa répartition - Mercedes

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.

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^{me} niveau de déploiement d'airbag peut, tout de même, être déclenché si le poids du passager est élevé pour lui assurer une meilleure protection.



Capteurs à infrarouge en étude pour Jaguar

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 ou la présence de siège enfant. Dans ce dernier cas, l'airbag sera automatiquement déconnecté (la plupart des voitures ont déjà un système de déconnexion manuel).

L'équipementier TRW annonce que ce système 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.