

Groupe Secours Routier

En France, le rôle des sapeurs-pompiers lors des accidents de la route impliquant des véhicules ne se limite pas uniquement à la diminution des risques d'inflammation et/ou l'extinction du feu de véhicule.

L'engagement d'un groupe Secours Routier (SR) doit permettre une prise en charge rapide des victimes de la route et éventuellement une médicalisation de celles-ci avant leur évacuation en milieu hospitalier par le moyen le mieux adapté.

L'utilisation de matériel de désincarcération et de forçement peut être nécessaire lors d'une déformation d'un habitacle, le blocage d'une portière ou le positionnement particulier d'un véhicule afin de dégager le blessé dans de bonnes conditions.

Composition d'un groupe SR

Le groupe SR est composé d'un véhicule chef de groupe, d'un ou plusieurs Véhicules de Secours à Victimes, d'un véhicule de désincarcération, et d'un véhicule léger médicalisé.

Le chef de groupe assure généralement le commandement du groupe SR en tant que chef des opérations de secours ou agit sous l'autorité d'un chef de colonne.

Le V.C.G (véhicule du chef de groupe) est un véhicule léger qui permet à celui-ci de se déplacer rapidement sur les lieux de l'intervention. Il fait office de PC lors d'une opération de petite ampleur. Il revêt une importance capitale lors de la mise en place du balisage.

Le V.S.A.V (véhicule de secours et soins d'urgence) est un véhicule qui, dans le cadre de la loi d'Aide Médicale Urgente, permet, en outre d'être médicalisé. En conséquence, il doit satisfaire aux exigences qui permettent de prendre en charge efficacement les victimes des accidents sur la route. Les missions principales de son équipage consistent en l'abordage, les soins d'urgence, le dégagement puis le transport des victimes d'accident de la route. Le chef d'agrès commande, seul ou sous l'autorité d'un chef de groupe ou d'un COS, le personnel du V.S.A.V. Il se doit de transmettre les éléments relatifs à l'état de santé des victimes qui lui sont confiées, à la régulation médicale, dans les plus brefs délais.

Le V.S.R. (véhicule secours routier) est engagé pour des opérations de sécurisation de la zone d'intervention (balisage, protection incendie, calage et arrimage), de désincarcération et de forçement.

Le chef d'agrès conseiller technique du COS met en œuvre l'idée de manœuvre validée par ce dernier, en appliquant les techniques opérationnelles de secours routier en veillant à la sécurité du personnel et des tiers :

- désignation de la méthode de calage ;
- choix des techniques de désincarcération ;
- désignation des points de coupes ;

Son équipage participe également aux dégagements des victimes potentielles.

Le V.S.R dispose de tout le matériel de désincarcération, en plus du matériel de forçement, de balisage, de lutte contre l'incendie, de levage, de calage et de traction.

Des équipements de toit sont installés sur la plupart des VSR ou FSR. Il s'agit notamment du dispositif constituant :

- **le signal FLU** (Flèche Lumineuse d'Urgence). Composé de deux flèches lumineuses, il est utilisable exclusivement sur les chaussées à voies séparées :
 - en signalisation d'urgence, en cas de carence de balisage par les services autoroutiers ou autres ;
 - autonomie environ 2 heures ;
 - visible à une distance minimum de :
 - 300 m lorsque la vitesse est limitée à 130 km/h ;
 - 200 m lorsque la vitesse est limitée à 110 km/h, 90 km/h ou 70 km/h.
- **La croix de Saint-André** destinée à neutraliser une voie hors réseau autoroutier.

Le V.S.R.S (véhicule secours routier Super) présente l'avantage de pouvoir disposer du matériel nécessaire à la gestion de deux chantiers. En outre il dispose de matériels spécifiques pour intervenir dans le cas ou des véhicules industriels et agricoles sont impliqués (échafaudage, découpeurs plasma, etc...)

Le V.L.S.M. (Véhicule Léger de Secours Médicalisés) un V.L.S.M. est un véhicule léger avec à son bord un médecin sapeur-pompier et/ou un infirmier sapeur-pompier (I.S.P.).

Le médecin sapeur-pompier est affecté sur un secteur d'intervention. Il est engagé par le Centre Opérationnel Départemental d'Incendie et de Secours dès lors que la situation l'exige. Il est intégré

au groupe SR lors de grands accidents routiers et lors du déclenchement d'un plan de secours impliquant de nombreuses victimes.

Les infirmiers sapeurs-pompiers protocolés peuvent réaliser certains gestes médicaux suivant le protocole établi par le médecin chef ou après avis médical.

Partenaires associés au groupe SR

Les routes sont également les artères de la vie économique de la société, et sont donc massivement utilisés afin de transporter des marchandises et de permettre aux travailleurs de se rendre sur leur lieu de travail. De ce fait, un accident routier implique plusieurs considérations de sécurité publique.

Les victimes d'accidents ont souvent besoin d'une intervention médicale plus ou moins importante. Une intervention impliquant un accident routier nécessite donc la participation de plusieurs types d'unités et d'intervenants.

La collaboration et le travail d'équipe entre sapeurs-pompiers et ces partenaires est alors primordial afin d'assurer le bien-être des victimes et du public en général.

Le S.A.M.U

Le Service d'Aide Médical d'Urgence coordonne les moyens médicaux du département dans le cadre de l'aide médicale d'urgence. Chaque SAMU dispose d'un ou plusieurs SMUR rattachés à un centre hospitalier.

Ils engagent des équipes SMUR et sont chargés de définir les lieux d'évacuation vers les structures spécialisées.

Leur mission dans le cadre des opérations de secours routier consiste à réaliser une médicalisation rapide.

La Gendarmerie et la Police

En fonction de leur territoire de compétence, ce sont les services de la police ou de la gendarmerie qui interviennent. Leur mission dans le cadre des opérations de secours routier consiste à :

- assurer la protection de la zone d'intervention;
- réguler la circulation ;
- sécuriser les biens ;
- rédiger le constat dans le cadre des enquêtes;
- renseigner les différentes autorités.

Le Préfet et le Maire

Dans l'exercice de leurs pouvoirs de police, le maire et le Préfet mettent en œuvre les moyens relevant du SDIS dans les conditions prévues par un règlement opérationnel. Le maire est l'autorité de police administrative et judiciaire sur sa commune. À ce titre, il est donc le directeur des opérations de secours (DOS) dès lors qu'il se présente sur les lieux d'un accident de la circulation sur le territoire de sa

commune. Dans le cadre des pouvoirs de police de celui-ci, la police

municipale assure des missions de prévention et de surveillance du bon ordre, de la tranquillité, de sécurité et de salubrité publique dès lors qu'un incident ou un accident survient sur la voie publique.

La D.R.D

La Direction des Routes Départementales (DRD) est un service déconcentré de l'État organisé au sein d'une direction départementale et des subdivisions à l'échelon de l'arrondissement. Elle est chargée d'assurer l'entretien des routes. Dans le cadre des interventions secours routier.

La D.R.D. réalise le balisage et la protection ainsi que la remise en état du réseau routier.

La S.N.C.F

La S.N.C.F. dispose de directions régionales et de postes de commandement. En cas d'accident, elle met à la disposition du DOS un conseiller technique et assure la coupure et le rétablissement des énergies sur les caténaires à la demande du COS quand la situation l'exige. Elle assure également la coupure et le rétablissement de la circulation à la demande du COS en fonction de la situation.

La D.R.E.A.L

Au titre de la protection des personnes, des biens et de l'environnement, la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) est impliquée dès lors qu'un accident de la circulation entraîne des conséquences sur l'environnement.

G.R.D.F

La société de distribution du gaz est chargée de distribuer et commercialiser le gaz naturel en France. En cas d'accident de la route impliquant le réseau de gaz, leurs agents interviennent dans le cadre d'une convention passée avec le SDIS.

Ils sont alors conseillers techniques auprès du commandant des opérations de secours.

ENEDIS

En cas de besoin, le centre d'appel ENEDIS, en liaison avec le Centre de Traitement de l'Alerte, déclenche l'intervention d'un agent d'astreinte.

Celui-ci travaille sous l'autorité du COS, mais reste seul compétent pour prendre les mesures utiles.

Les entreprises de dépannage

L'évacuation des véhicules accidentés et le dégagement de la voie publique de tout obstacle sont réalisés par les entreprises de dépannage-relevage-remorquage. Certaines sont agréées par la préfecture pour intervenir sur autoroute ou sur le réseau routier. Les dépanneurs disposent de divers matériels (petits véhicules de patrouille, plateaux avec grue auxiliaire, véhicules fourgon atelier moyens ou lourds).

Les sociétés autoroutières

Les patrouilleurs des sociétés concessionnaires d'autoroutes assurent l'ouverture des accès de service. Ils réalisent le balisage et la protection, ainsi que la remise en état du réseau autoroutier. Ils ont la responsabilité de protéger et d'informer les usagers des incidents ou accidents.

La loi n° 2002-276 du 27 février 2002, relative à la démocratie de proximité, permet désormais aux services départementaux d'incendie et de secours

(SDIS) de demander aux sociétés concessionnaires d'ouvrages routiers et autoroutiers le remboursement des frais engagés par l'établissement public à l'occasion des interventions effectuées sur ce réseau.

Les équipes spécialisées

Des équipes spécialisées interviennent pour l'exécution des opérations et la mise en œuvre des matériels lors d'incidents ou d'accidents comportant des risques chimiques, biologiques ou radiologiques, et participent à la lutte contre les pollutions.

Les missions dévolues aux équipes de reconnaissance et d'intervention sont des mesures conservatoires et la qualification du risque.

Réquisition d'autres moyens

Des moyens supplémentaires ou particuliers impliquent l'engagement d'autres intervenants. La mise en œuvre de la réquisition traduit la limite de compétence du service. La réquisition permet de dépasser le cadre normal de l'intervention.

Dans le cas des sapeurs-pompiers, l'ordre de réquisition peut émaner de l'autorité préfectorale, municipale, du procureur de la République ou d'un commissaire de police. Dans l'urgence, la réquisition peut être orale, mais il est conseillé de se faire transmettre une réquisition écrite, motivée, signée par l'officier de police judiciaire ou le substitut du procureur de la République, afin que les conséquences liées à l'acte soient effectives.

Depuis la loi du 13 août 2004, le SDIS supporte la charge financière de toute réquisition qu'il sollicite.

Traumatologie en secours routier

Une intervention de « secours routiers » est conduite comme une intervention de « secours à victime » classique. Cependant, la localisation des victimes et les pathologies rencontrées (victimes incarcérées, victimes éjectées) imposent une adaptation, en particulier dans la conduite à tenir et la gestion de l'intervention. Aussi, les points abordés dans ce chapitre développent les principales étapes et les spécificités de ce type d'intervention.

Cinétiques et lésions

Les accidents de la circulation représentent la première cause de mortalité chez les personnes âgées de 18 à 24 ans (30 % des causes de décès). Les piétons sont les plus durement touchés, ils représentent environ 40 % des décès. En France, en moyenne 3 % des accidents de la circulation nécessitent une désincarcération.

Plusieurs points sont à prendre en considération lors de l'analyse d'un accident : la cinétique de l'accident et les éléments de protection.

• La vitesse

Elle est responsable d'un accident sur deux. Plus elle est élevée, plus la distance de freinage et le temps d'arrêt sont augmentés. Sur route mouillée cette distance est doublée.

• La cinétique

La cinétique de l'accident est fonction de :

- la vitesse ;
- des trajectoires des éléments en mouvement ;
- des impacts.

L'énergie due à la vitesse est appelée « énergie cinétique ». Cette dernière représente l'énergie emmagasinée par le déplacement d'une masse, en l'occurrence un véhicule quand il est en mouvement. En cas de chocs, cette énergie se transforme et c'est elle qui est la cause des dégâts.

L'énergie cinétique explique la violence des traumatismes subis par la victime. Elle est proportionnelle à la masse mais surtout au carré de la vitesse. Si la vitesse est multipliée par 2, l'énergie cinétique est multipliée par 4 : $EC = 1/2mv^2$.

Lorsqu'un véhicule, dépourvu de sécurité passive est stoppé brusquement contre un mur, l'occupant subit :

- à 50 km/h un choc équivalent à une chute de 10 mètres ;
- à 90 km/h un choc équivalent à une chute 32 mètres ;
- à 130 km/h un choc équivalent à une chute 66

mètres.

Ainsi, un homme de 70 kg stoppé brutalement à 100 km/h pèse 2 tonnes. Cela laisse imaginer les lésions internes occasionnées.

Lors d'un choc, cette énergie cinétique est transmise au(x) véhicule(s) en cause et aux occupants ou au piéton renversé. Elle est à l'origine des déformations des véhicules et des blessures des victimes.

Il se produit plusieurs collisions successives en quelques fractions de seconde :

- le véhicule contre l'obstacle ;
- les occupants contre les éléments de l'habitacle, d'où l'importance des éléments de sécurité (ceintures de sécurité, appui-tête, airbags) ;
- les organes contre d'autres organes ou des os situés en avant d'eux.

Ce mécanisme explique les lésions par compression des organes entre eux et les lésions par cisaillement de certains organes qui ont des attaches lâches.

L'évaluation de l'énergie cinétique développée au moment de l'accident : vitesse et type véhicules impliqués est donc fondamentale. Les véhicules récents présentent des zones de déformations importantes permettant d'absorber partiellement cette énergie.

• Les types de collision

Il peut s'agir de :

- Chocs frontaux contre un obstacle fixe :

Ils occasionnent des lésions graves par compression des organes, mais également par cisaillement du fait de la



décélération brutale. Si les occupants ne sont pas ceinturés, ils sont projetés soit vers le haut, contre le tableau de bord, le volant et le pare-brise (avec des lésions des parties hautes du corps : tête et tronc) soit vers le bas avec des lésions des parties basses (bassin et membres inférieurs).

Un choc frontal entre deux véhicules roulant en sens inverse additionne les énergies cinétiques de chacun d'eux ;

- Chocs latéraux

Ils occasionnent des blessures d'autant plus graves qu'il existe peu de protections latérales dans les véhicules. Ils peuvent entraîner plus particulièrement des traumatismes du rachis cervical par hyper-flexion latérale du thorax et du bassin par enfoncement de la portière ;

- Chocs arrière

Ils occasionnent plus particulièrement des lésions du rachis cervical (coup du lapin) quand il n'y a pas d'appui-tête ;

- Chocs rotatoires

Ils occasionnent des déplacements circulaires des véhicules à partir du point d'impact et sont à l'origine de lésions par cisaillement dues à la rotation violente (le cerveau est très sensible à ces mouvements) ;

- Tonneaux

Ils rassemblent toutes les trajectoires et tous les mécanismes de lésions.

- Les impacts sur les victimes

- Les occupants d'un véhicule

Dans un véhicule les éléments de sécurité permettent de limiter les impacts. L'observation des déformations de l'habitacle permet d'objectiver la violence du choc et de soupçonner d'emblée la gravité de l'état de la ou des victime(s).

- La victime éjectée

Elle peut présenter tous les types de lésions (compression, cisaillement, rotation).

- Le piéton renversé

Il peut être soumis à trois impacts différents et consécutifs à :

- l'impact initial contre le véhicule qui occasionne des lésions différentes en fonction de la taille de la victime (adulte, enfant) ;
 - l'impact par projection de la partie haute du corps sur le capot du véhicule ou le pare-brise ;
 - l'impact lors de la chute au sol.

Parfois il est projeté à plusieurs mètres, ce qui occasionne des lésions par compression, cisaillement et rotation.

- Le conducteur de deux-roues

Il est souvent soumis à deux impacts (choc puis chute) et à un risque supplémentaire de lésions pénétrantes (poignées, guidons...).

Dans ce type d'accident, à vitesse souvent élevée, la trajectoire est à prendre en compte car les lésions sont différentes s'il s'agit d'une simple glissade ou si la victime percute un obstacle ou un véhicule.

- Les éléments de protection

Les éléments de protection permettent de limiter les blessures. Ils comportent entre autres :

- Les ceintures de sécurité, les prétensionneurs de ceinture, les airbags, les appui-tête,
 - Les casques et vêtements de protection avec coque.

Sécurité embarquée

Depuis de nombreuses années, les constructeurs ne cessent d'accroître les performances des systèmes de sécurité embarquée dans le but d'augmenter la sécurité des occupants en cas d'accident. Cette « sécurité » va se décliner sous trois formes.

• La sécurité Primaire (ou active)

Ce sont les éléments mis en œuvre pour éviter l'accident (L'AFLU, L'ABS, ESR, Correcteur de trajectoire, etc...). Ils interviennent avant le choc et de ce fait ne représentent peu ou pas de danger pour les services de secours.

• La sécurité Secondaire (ou passive)

Ce sont les éléments qui vont intervenir au moment du choc pour en diminuer les conséquences (Airbags, Pré-tensionneurs, etc...). Ils devront être mis en œuvre de manière très rapide (quelques millièmes de secondes) et utilisent principalement des systèmes pyrotechniques. Ils présentent donc une multitude de dangers pour les sapeurs-pompiers.

La sécurité Tertiaire

Ce sont les éléments permettant de favoriser l'intervention des secours après le choc. On retrouve par exemple le système E-Call alertant automatiquement les secours en cas d'accident. Ces systèmes ne représentent aucun danger pour les secours.

Les airbags

Les airbags sont utilisés pour protéger les occupants d'un véhicule lors d'une collision et leur éviter de percuter violemment certains équipements (volant, vitres latérales, appuie-tête avant pour un passager arrière, etc.).

L'airbag est un élément incontournable de sécurité passive. Ce système permet d'éviter les lésions dues au déplacement du buste et de la tête vers l'avant lors d'un accident de la circulation.

Son efficacité optimale n'est obtenue qu'en l'association avec une ceinture de sécurité équipée d'un prétensionneur.

Les airbags frontaux se déclenchent généralement lors d'une collision en face à face (avec un angle de + ou - 30°) se produisant à une vitesse supérieure à 20 km/h. Le déclenchement des airbags latéraux et rideaux nécessite généralement un choc latéral.



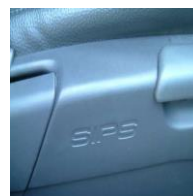
• On distingue trois catégories d'airbags :

- Ceux déclenchés par un système de cartouche expansive contenant un noyau solide, pastilles ou poudre, et générant un gaz (airbag conducteur, passager, etc.).
- Ceux déclenchés par un système de cartouche de gaz comprimé libéré par l'explosion d'une petite charge pyrotechnique ;
- Ceux utilisant un système hybride combinant les deux technologies.

Chaque airbag est commandé par un boîtier électronique appelé ECU (Electronique Control Unit). Situé généralement au centre du véhicule sous la console, il est électriquement autonome, ce qui le rend opérationnel pendant un laps de temps (appelé temps de désactivation), et ce même après le débranchement des batteries.

Présents dans l'ensemble du véhicule, on peut les localiser :

- Dans le volant pour l'airbag conducteur ;
- Au-dessus ou à la place de la boîte à gant pour l'airbag passager ;
- Dans les portes ou les côtés de sièges AV pour les airbags latéraux avant ;
- Dans les portes AR, les habillages latéraux ou les passages de roues pour les airbags latéraux arrière ;
- Dans les portes ou les côtés de sièges AV pour les airbags tête/thorax ;
- Dans le cadre du toit, les montants A ou C pour les airbags rideaux ;
- Sous le tableau de bord pour les airbags genoux ;
- Dans l'assise du siège pour les airbags anti sous marinage.



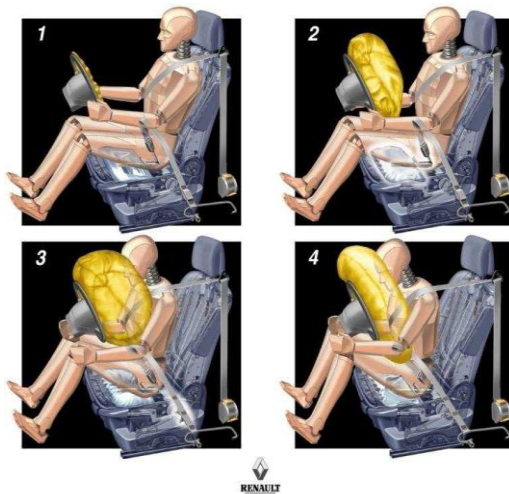
La position approximative d'un airbag dans le véhicule est reconnaissable, en fonction du modèle, au marquage SRS AIRBAG, AIRBAG, SRP, SIPS BAG, SIR, HPS, IC, WC, RS..., ou à l'aide d'une icône présente sur le tableau de bord ou le pare-brise.

Les airbags frontaux de nouvelle génération sont « à géométrie variable » et s'adapte à la typologie de l'accident et la célérité du choc. C'est le cas des airbags « dual stage » qui libère un volume de gaz

proportionnel à la violence du choc.

Le principe de fonctionnement d'un airbag repose sur un élément essentiel, le générateur de gaz pyrotechnique. Des capteurs de décélération (situés à l'avant, sur les côtés et également au niveau du bas de caisse) déclenchent l'amorçage d'une pastille explosive. Cette charge pyrotechnique met à feu un combustible produisant un gaz qui remplit le sac de l'airbag.

En se remplissant, le sac, plié sous un chapeau de recouvrement rembourré (centre du volant, pièce de tableau de bord), déchire les points destinés à la rupture. Le ballon se gonfle sur le volant et amorti ainsi la tête et le buste du conducteur projeté sous l'effet du choc. Le principe est le même pour le passager.



La surface extérieure du ballon, en contact avec la tête, est recouverte d'une pellicule imperméable au gaz. Ce dernier s'échappe par des événements ou soupapes qui s'ouvrent vers le tableau de bord, lors du contact du passager avec le ballon. Le gaz est refroidi par filtrage.

Seulement, dans cette configuration, cette technologie ne permet pas de faire varier le volume du sac. Les constructeurs ont donc décidé de doubler la charge pyrotechnique.

On obtient donc un générateur à deux charges, l'une représentant 30% de la charge totale et l'autre 70% de la charge totale.

Dans le cas où la célérité du choc ne nécessite pas 100% du volume du sac, seule la charge de 70% est déclenchée.

Dans l'autre cas, ce sont les deux charges qui sont déclenchées simultanément.

Dans le deuxième cas, le risque pour les sauveteurs est minime, les deux charges étant inopérantes après leur déclenchement.

Cependant, dans le premier cas, seule la charge de 70% a été déclenchée, l'autre reste donc active et représente un réel danger pour les sauveteurs.

Il faut donc en tenir lors de l'approche et mettre en place la protection airbag, même si celui-ci est déjà déployé.

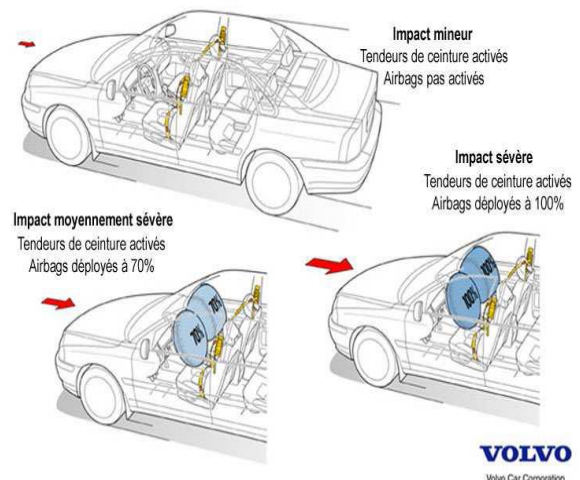
En effet, il est impossible de savoir si les deux charges

ont déclenchées, on partira donc du principe qu'une charge reste toujours active.

Même si les 30% de charges restantes actives ne permettent pas de déployer le sac de manière violente, celle-ci représente quand même un risque de brûlure important.

La mise en place de la protection airbag permettant de protéger les sauveteurs de ce risque.

Airbag à double déploiement



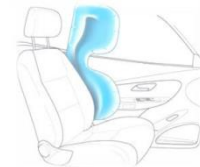
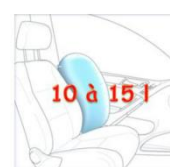
On doit donc introduire, dans les procédures opérationnelles, la mise en place systématique d'une protection d'airbag.

En effet, l'airbag est un élément conçu pour se déployer au moment d'un choc entraînant une violente décélération.

Ce déploiement se fait de manière extrêmement rapide (de 50 à 150 millisecondes) pour que l'airbag soit totalement gonflé au moment où la victime entre en contact avec celui-ci, c'est-à-dire lorsque son visage entre dans le volume de déploiement. Il n'est pas conçu pour se déployer à un autre moment.

De ce fait, si une personne se trouve dans son volume de déploiement lorsque celui-ci est en phase de gonflage, le choc extrêmement violent pourra engendrer des blessures graves.

La distance de sécurité (règle 90-30-60) tient compte du volume d'air susceptible d'être libéré en fonction du type d'air bag.



A l'avant et à l'arrière



Airbag rideaux



Airbag de genoux situé sous la colonne de direction
Citroën C5, Mercedes SLR, Toyota Aveniris...



Airbag de tête sur véhicule cabriolet



Airbag de lunette arrière sur Toyota IQ

Il est toutefois à noter que « les airbags adaptatifs » permettent également d'adapter le seuil de gonflage des airbags à la violence du choc ainsi qu'à la position des sièges avant.

Chaque airbag frontal dispose de deux générateurs pyrotechniques, commandés par deux lignes de mise à feu séparées.

Le calculateur commande systématiquement le deuxième générateur à la suite du premier. Dans le cas où seul le petit volume est nécessaire, le calculateur observe un temps de retard pour que le regonflage n'ait pas d'action sur les occupants.

Cette fonction permet aux services de sécurité d'intervenir avec des airbags frontaux inertes.

L'Electronique Control Unit

L'ECU est un boîtier électronique gérant la totalité des éléments pyrotechniques de sécurité passive.

En cas d'accident, il récupère les informations envoyées par les capteurs périphériques appelés « satellites ». Ces informations peuvent être issues d'une décélération du véhicule ou d'une déformation du châssis en fonction de la technologie utilisée. Une fois les informations traitées, elles sont comparées aux données émises par l'accéléromètre interne de l'ECU et si nécessaire, celui-ci déclenche les systèmes pyrotechniques en fonction de la force et la direction du choc. Il représente donc le cerveau central des systèmes de sécurité passive.

Pour permettre un déclenchement pyrotechnique même après un impact important ayant entraîné la

destruction complète de la batterie, l'ECU est équipé d'une source d'énergie interne le rendant autonome. Il est donc important de prendre conscience que même après le débranchement de la (ou des) batterie(s), les systèmes pyrotechniques restent actifs. De plus, afin d'éviter tout déclenchement intempestif, il est impératif de ne pas toucher ou déformer l'ECU.



Les prétensionneurs et enrouleurs prétensionneurs de ceintures



Les prétensionneurs pyrotechniques complètent le système des ceintures de sécurité. Il limite donc le sous-marinage en maintenant le passager sur l'assise et il réduit la course morte de la ceinture lors de la survenue d'un accident.

Dès qu'un choc est ressenti au niveau d'un capteur de décélération, le boîtier électronique déclenche une car touche pyrotechnique qui actionne le prétensionneur.

La ceinture de sécurité se rétracte et plaque le passager contre son siège.

Les charges pyrotechniques peuvent se trouver à des endroits différents suivant le modèle du véhicule.

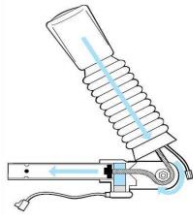
Le principe de déclenchement est identique à celui de l'airbag.

La mise en œuvre s'effectue en 30 millisecondes, rétractant la ceinture de sécurité d'une dizaine de centimètres.

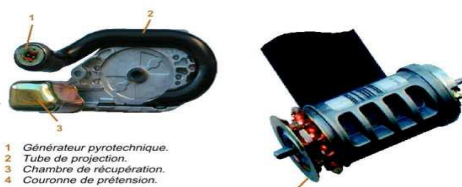
Le déclenchement de ce système est également initialisé par le boîtier de commande électronique de l'airbag et précède le déclenchement de ce dernier.

Le prétensionneur de boucle de ceinture est sertie sur un câble relié au système de pré tension. 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 fixée, le capteur déclenche l'explosion. La forte pression des gaz,

engendrée par la combustion, repousse violemment le piston et tire le câble. La ceinture est pré- tendue.

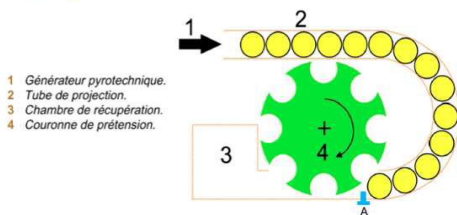


L'enrouleur prétensionneur fonctionne de manière différente. L'allumage du générateur pyrotechnique expulse les billes contenues dans le tube de projection. Elles entraînent la couronne de pré tension, lié à l'enrouleur, pour être ensuite recueillie dans la chambre de récupération. Les billes sont maintenues dans le tube grâce à l'arrêt.

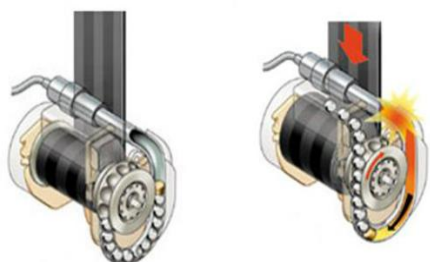


- 1 Générateur pyrotechnique.
- 2 Tube de projection.
- 3 Chambre de récupération.
- 4 Couronne de prétension.

Fonctionnement:



- 1 Générateur pyrotechnique.
- 2 Tube de projection.
- 3 Chambre de récupération.
- 4 Couronne de prétension.



Avant mise à feu

Mise à feu prétensionneur

Niveau sonore élevé, risque de placage de victime ou effet de fouet si ceinture coupée (couper la ceinture au plus proche de l'enrouleur).

Les limiteurs d'efforts

Les limiteurs d'effort complètent le dispositif et sont installés au niveau des enrouleurs des ceintures de sécurité, afin de dissiper l'énergie cinétique et de limiter la violence du choc en réduisant la pression exercée par la ceinture sur le thorax.



Les renforts structuraux

Les structures représentent un élément indispensable dans l'automobile. Elles interviennent aussi bien dans la sécurité active (tenue de route, etc...) que dans la sécurité passive avec les cellules de survie.

Cette progression s'est faite grâce à l'apparition de matériaux nouveaux, elle-même engendrée par modification de la réglementation.



Actuellement c'est l'UNECE, la commission économique des nations unies pour l'Europe, qui fixe les prescriptions relatives à l'homologation des véhicules pour la protection des occupants en cas de collision frontale et latérale.

Cette réglementation tient compte de paramètres mesurés sur le mannequin d'essais lors d'un choc frontal à 56km/h ou latéral avec un choc à 50km/h. Ces paramètres prennent en compte : performance de la tête, lésion du cou, compression du thorax, etc...

Elle tient aussi compte de paramètres liés au véhicule, ouverture des portes pendant et après l'essai, fuite de carburant, ceinture de sécurité.

Afin de pouvoir satisfaire à cette réglementation, les ingénieurs conçoivent donc des véhicules avec unes structures formant une « cellule de survie » autour des occupants.

Et pour ce faire, les constructeurs emploient des matériaux novateurs et plus particulièrement des aciers alliés au bore dits THLE (Très Haute limite Elastique) et UHLE (Ultra Haute Limite Elastique) ayant une résistance pouvant aller jusqu'à 7 fois celle d'un acier doux.

■ Mild Steel
 ■ High Strength Steel
 ■ Extra High Strength Steel
 ■ Ultra High Strength Steel



On obtient ainsi des matériaux atteignant des résistances égales à 1500 Mpa contre 300 Mpa il y a dix ans.

Une résistance accrue certes, mais des difficultés supplémentaires pour les sapeurs-pompiers.

On trouve ces aciers dans les zones du véhicule où la déformation est peu permise et plus particulièrement les montants frontaux et latéraux, les longerons, les structures des sièges, etc...

Les structures automobiles peuvent être composées d'aciers, d'aluminium, de composites, de plastiques, etc... Autant de matériaux qui ne réagissent pas de la même façon en cas de crash.

Actuellement, ces structures sont dites « intelligentes ». En soudant ensemble deux matériaux hétérogènes de résistance différente, on obtient une pièce qui possède la faculté de déformer selon un processus bien déterminé.

On crée ainsi des zones appelées « zone de déformation programmée » capable d'absorber l'énergie d'un choc. D'autres éléments externes, tels que les pare-brises, interviennent dans la rigidité des châssis. Il faudra donc en tenir compte lors des phases de découpe. Ce n'est pas parce qu'un véhicule est de petite taille (Fiat 500, Smart, etc...) que sa structure est moins résistante. Bien au contraire, la diminution des zones de déformation programmées oblige le renforcement de la cellule de survie.

Les structures des véhicules de type cabriolet ou coupé-cabriolet sont les plus renforcées. Pour pallier à l'absence de toit, les montants A possèdent d'importants renforts de structure. C'est également le cas pour les véhicules utilitaires légers.

Les arceaux pyrotechniques

Certains véhicules et notamment les véhicules de type cabriolet et coupé-cabriolet sont équipés de système de sécurité passive nommé arceaux pyrotechniques. Ces arceaux permettent de protéger les occupants du véhicule en cas de retournement de celui-ci. Lorsque l'ECU détecte un tangage important du véhicule (rotation du véhicule autour de son axe longitudinal) une charge pyrotechnique libère un système de ressorts précontraints en permettant ainsi l'extraction rapide des arceaux.



a



b



PEUGEOT 307 CC

Il est donc impératif de diminuer au maximum le temps de travail dans la zone de déploiement des arceaux pyrotechniques. Le déclenchement intempestif des arceaux pourraient nuire à la sécurité des équipes de secours.



Les générateurs de capot actif

Les chocs voiture contre piéton sont des événements très récemment pris en compte dans la conception d'une automobile.

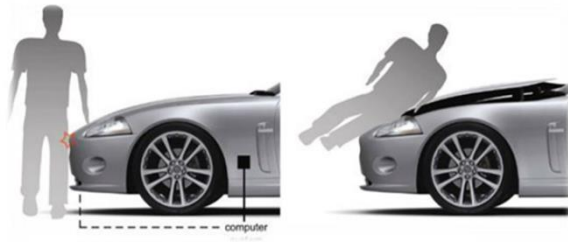
En effet, les conséquences d'un tel choc peuvent être graves, voir mortels.

C'est pourquoi les constructeurs ont adopté un système permettant de diminuer les atteintes traumatiques causées par le véhicule lorsque la victime entre en contact avec le capot moteur.

Ce système appelé « générateur de capot actif » permet en cas de choc VL/Piéton de soulever le capot pour lui permettre de se déformer sous le poids de la victime et ainsi d'absorber une partie de l'énergie.

La détection du choc sera réalisée à l'aide d'une fibre

optique situé dans le pare-choc.



Augmentent le volume entre le capot et le bloc moteur pour permettre au capot de se déformer

Au moment de l'impact, la fibre optique est écrasée coupant ainsi le signal continu circulant dans celle-ci, cette perte de signal engendre la mise à feu des systèmes pyrotechniques permettant de lever le capot. Il est donc impératif de ne plus poser de matériel sur le capot d'un véhicule accidenté.

En cas de déclenchement intempestif des générateurs de capot actif, certains objets pourraient être projetés et nuire à la sécurité des équipes de secours.



Dispositif « anti-coup du lapin »

Ce système consiste à limiter l'effet « coup du lapin » pouvant entraîner un traumatisme grave du rachis chez le conducteur ou les passagers, en agissant soit au niveau du dossier du siège, soit au niveau de l'appui tête, lors d'un choc arrière.

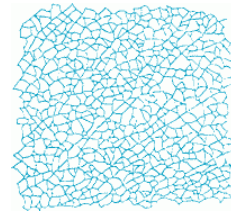
La jonction entre le siège et le dossier est constituée d'un alliage qui provoque l'abaissement du dossier vers l'avant, dès que le corps de la victime s'appuie dessus, ce qui limite le mouvement de la tête vers l'arrière.



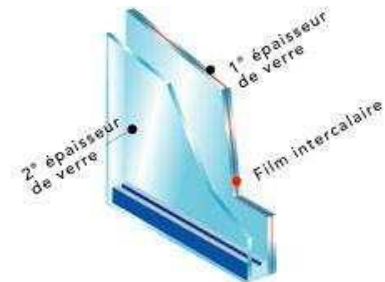
Les vitrages

On peut distinguer principalement deux types de vitrages :

Le verre trempé possède une dureté 5 fois supérieure à un verre classique. Lorsqu'il est cassé il se brise en petits éclats de verre limitant ainsi les risques de blessures. Il est utilisé dans les vitrages latéraux et les vitrages arrière des véhicules.



Le verre feuilleté est composé de deux feuilles de verre collées entre elles par un intercalaire plastique dont l'élasticité peut atteindre 240%, le polyvinylbutyral (PVB). Une fois brisés, les fragments de verre restent fixés au plastique. Il est principalement utilisé pour les pare-brises. Cependant ce type de vitrage réduit considérablement le risque d'éjection, c'est pourquoi, les constructeurs automobiles commencent à l'utiliser pour les vitrages latéraux (en option sur les Peugeot 407, Citroën C4...) ou les toits en verre.



Le polycarbonate commence à faire son apparition dans l'automobile, en effet, l'emploi d'un tel plastique permet de réaliser des vitrages légers et extrêmement résistants comme par exemple les vitres latérales arrière de certaine SMART Fortwo.

Identification des vitrages

Il existe un moyen simple de reconnaître un vitrage :

Il faut commencer par repérer le marquage d'homologation international qui se situe dans un des coins du vitrage. Ce marquage possède la lettre "E" suivi d'un numéro le tout entouré d'un cercle. A proximité de ce cercle se trouve des chiffres romains allant de I à IV pour les pare-brise et de V à X pour les autres vitrages. Ce sont ces chiffres romains qui vont vous permettre de déterminer le type de vitrage.

Pour un pare-brise :

- I : Verre trempé
- II : Verre feuilleté ordinaire
- III : Verre feuilleté traité
- IV : Verre plastique

Pour les autres vitrages :

- V : Vitrage teinté
- VI : Double vitrage
- VII : Vitrage des véhicules qui par construction ne dépassent pas 40km/h
- VIII : Vitrage en plastique rigide
- IX : Vitrage en plastique souple
- X : Double vitrage en plastique souple

* S'il n'y a pas de chiffre, le vitrage peut donc être feuilleté ou trempé, il faudra donc faire le test avec un pointeau choc.

Retrait des vitrages

Une bande noire faisant le tour de la vitre indique que celle-ci est thermocollée. Elle ne peut donc être démontée en coupant le joint à l'aide d'un couteau.

Chaque type de vitrage doit être traité d'une manière différente :

Les vitres trempées devront être enlevées à l'aide d'un pointeau choc. Celui-ci devra être utilisé dans un des coins du vitrage et non au milieu. Pour éviter la projection de morceaux de verre, on pourra utiliser du scotch que l'on appliquera en quadrillage sur le vitrage.

Les vitres feuilletées seront coupées à l'aide d'une scie à pare-brise (coupe pare-brise). Dans tout les cas, dès lors que l'on procède à la découpe d'un vitrage feuilleté, il est généré une fine poussière de verre dangereuse pour les voies respiratoires. Il faudra donc envisager le port d'une protection adaptée (masque du type SPPF2 par exemple) en proscrivant la cagoule en raison du dépôt de poussières sur celle-ci.

Les vitres en polycarbonate devront être enlevées à l'aide d'un outil de type pied de biche afin de faire levier.

** Attention, il est possible que le pare-brise participe à la rigidité de la coque. Il est donc important d'en tenir compte lorsque l'on procède à son retrait ou lors des manœuvres de désincarcération.*

Les équipements divers

Vérins hydrauliques

Les vérins des hayons ou capots de voitures sont des vérins à gaz, appelés également ressorts à gaz. C'est un tube étanche dans lequel se déplace un piston relié à l'extérieur par une tige. Il sert de contrepoids pour faciliter l'ouverture ou la fermeture du hayon ou du capot moteur.

Le vérin de hayon ou le vérin de capot sont nécessaires

pour maintenir ouverts ces éléments. Lorsqu'ils sont soumis à un incendie, ils peuvent générer un effet missile. La connaissance préalable de ce risque permettra aux secours d'adapter la tactique aux circonstances (distance, protection individuelle).

Les alliages métalliques

Une voiture est composée de 70% de métaux. Parmi ces métaux on retrouve fréquemment de l'aluminium (carter, bloc-moteur, radiateurs, jantes...), du magnésium.

On trouvera également du lithium dans certains modèles de batteries utilisés pour les véhicules électrique/hybrides.

En cas d'incendie, la présence de ces matériaux pourra entraîner des réactions violentes lors de la projection d'eau par les sapeurs-pompiers. Une évaluation préalable de ce risque permettra aux secours d'adapter la tactique aux circonstances (distance, protection individuelle).



Le gaz frigorigène HFO-1234yf

Ce gaz frigorigène qui équipe des systèmes de climatisation automobile, est incolore et particulièrement inflammable (température d'auto-inflammation 405 °C).

Soumis à un incendie, il dégage entre autres gaz, du fluorure d'hydrogène (HF), gaz hautement toxique.

L'Agence Allemande pour l'Aide à l'Environnement a

alerté les pouvoirs publics sur les problèmes liés à l'utilisation de ce produit dans les véhicules. Les services de secours doivent prendre en considération ce type de produit afin d'assurer leur sécurité et celle des occupants du véhicule.



VÉHICULES GAZ NATUREL

Généralités

La France compte aujourd'hui :

- 1200 Poids-Lourds au GNV : une majorité de BOM au GNV5 (à Rouen, Poitiers, Paris, Montpellier, Clermont, Caen,...) et des poids lourds (19 T, 26T et 40 T) pour le transport de marchandises en ville,
- 2400 bus GNV, soit environ 13,5 % du parc de bus dans environ 30 villes de France (Nantes, Lille, Bordeaux, Paris...).

Plus de 10 000 VL roulent aujourd'hui au GNV, la plupart utilisés dans des flottes captives (ErDF/GrDF, collectivités locales ou entreprises).

Principe de fonctionnement

Les véhicules au GNV (Gaz Naturel Véhicule) sont disponibles avec différents types de fonctionnement. On distingue les véhicules bicarburant (propulsion au gaz naturel ou à l'essence, au choix) et des véhicules mono-carburant (le véhicule est propulsé uniquement au gaz naturel). La plupart des modèles de série sont proposés avec la technique bivalente. Il est possible de choisir à tout moment le type de carburant souhaité même en roulant.

Le GNV est du gaz naturel de ville stocké à 200 bars, dans des réservoirs, de différentes formes et de différentes compositions

GNV stocké dans un réservoir
80% du volume rempli



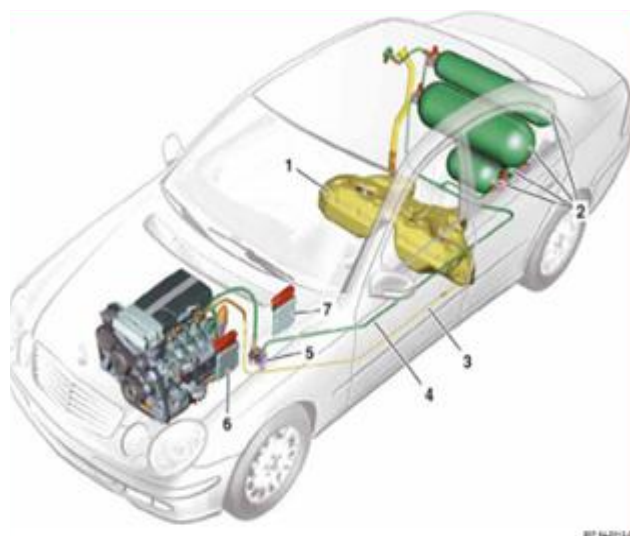
Circulation vers le moteur
Réseau de canalisation de couleur jaune



Combustion
Moteur en marche



Equipement spécifiques d'un véhicule GNV



1. Reservoir Essence
2. Reservoir GNV avec Valves et dispositifs de sécurité
3. Conduite GNV
4. Conduite Essence
5. Régulateur de pression gaz
6. Système d'injection moteur
7. Calculateur GNV

Éléments caractéristiques d'un véhicule GNV

- Présence de vannes manuelles externes :

La présence de tels dispositifs est caractéristique d'un véhicule GNV.



- Trappe de remplissage:

Les véhicules GNV embarquent un orifice de remplissage spécifique permettant de s'alimenter en GNV. Ce dispositif est souvent couplé à l'orifice de remplissage de carburation traditionnelle (ES/GO).



- Certificat d'immatriculation (P3) :

Les certificats d'immatriculation, indiquent l'énergie embarquée à la rubrique P.3 : « GN » (Gaz Naturel).



- PL GNV :

Les réservoirs GNV sont généralement situés sur les côtés, au niveau des bas de caisse.



Sécurité intrinsèque

- Dispositifs de sécurité (Réservoir en acier ou composite)
 1. Fermeture de l'électrovanne (par défaut),
 2. Fermetures des vannes manuelles ou automatiques,
 3. Thermo-fusible déclenchement à $T > 110^{\circ}$ et torche permanente, Temps de purge 2 à 3 minutes.
- Limites de la soupape de sécurité
 - La réglementation actuelle n'impose pas de doubler la sécurité sur un réservoir GNV,
 - Ainsi, un dispositif fusible installé sur une extrémité de réservoir ne se déclenchera pas si l'agression thermique se fait sur l'autre extrémité du réservoir (extrémité non dotée d'un dispositif fusible) ce qui entraînera une montée en pression voir un risque d'explosion,
 - Suite à l'analyse de plusieurs accidents et de différentes expérimentations, des recommandations ont été faites pour faire évoluer la réglementation de manière à améliorer le niveau de sécurité sur les réservoirs GNV.

- Bus GNV :
- BUS les réservoirs GNV sont généralement situés sur le toit du véhicule.



Risques associés au GNV

Plusieurs risques sont associés à l'utilisation des véhicules :

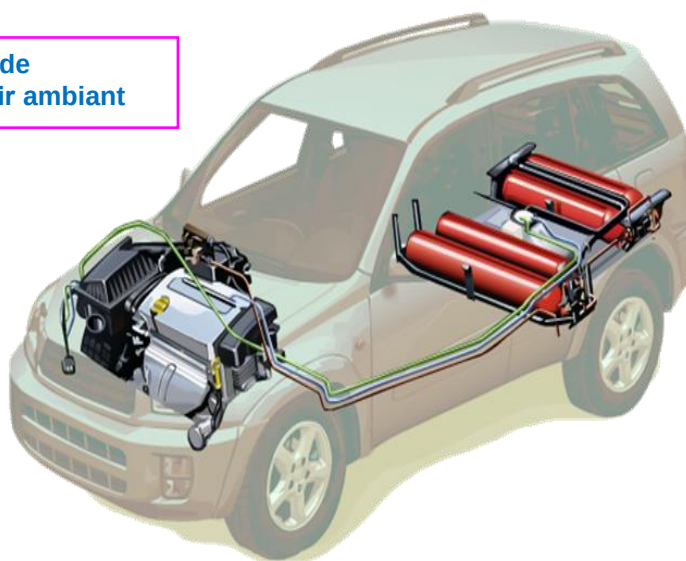
TOXIQUE	THERMIQUE	MÉCANIQUE
		



Appauvrissement de
l'oxygène dans l'air ambiant



Fuite de gaz non
enflammée
Explosion du réservoir



Flux de l'incendie :
Torchère en continue à partir de 110°

VÉHICULES GAZ PETROLE LIQUIFIES

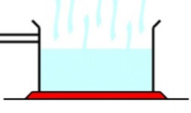
Principe de fonctionnement

GPLC: Gaz de Pétrole Liquéfié Carburant. Le GPLC est le résultat d'un assemblage du propane et du butane liquéfiés.

Les véhicules dits « GPLC » sont alimentés par du gaz de pétrole liquéfié stocké dans un réservoir acier. Les véhicules peuvent être à simple carburation GPLC ou à bicarburation Essence - GPLC. Dans ce deuxième cas, la carburation GPLC a été ajoutée à la carburation traditionnelle.

La carburation GPLC intéresse les VL de tourisme, les poids lourds et certains transports en commun. Le plus grand marché est aujourd'hui celui des véhicules de tourisme.

À ce jour, il n'y a pas d'identification particulière du réseau de canalisation GPL : couleur, inscription...

GPLC stocké dans un réservoir (70 à 80 L et 7,5 b) 80% du volume rempli	
Circulation vers le moteur Réseau de canalisation spécifique	
Transformation de l'état Vaporisateur du liquide en gaz	
Combustion Moteur en marche	

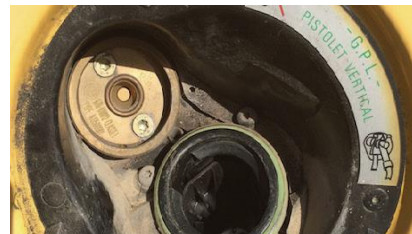
Caractéristiques d'un véhicule GPLC

- Logos et symboles externes :
Ces éléments figurent sur le véhicule à des fins commerciales ou d'identification par le grand public...



• Trappe de remplissage

Les véhicules GPL disposent d'un orifice de remplissage spécifique permettant de s'alimenter en GPL. Ce dispositif est souvent couplé à l'orifice de remplissage carburation traditionnelle (ES/GO).



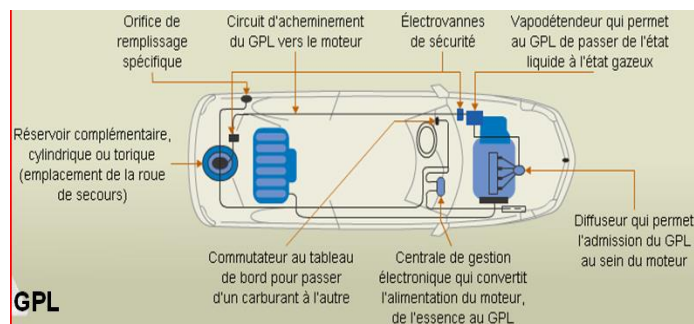
• Certificat d'immatriculation

Les certificats d'immatriculation, indiquent l'énergie embarquée à la rubrique P.3 : « EG » (Essence/GPL) « GL ».



Equipements spécifiques d'un véhicule GPLC

Sécurité intrinsèque



- Dispositifs de sécurité (Réservoir en acier)
 - Fermeture de l'électrovanne
 - Ouverture de la soupape de sécurité si la pression est supérieure à 27 bars

Certains réservoirs possèdent en plus un thermo fusible : 110°C => fonte du témoin et évacuation des gaz).

VL sur ses roues : Cycles réguliers
Torchère en phase gazeuse



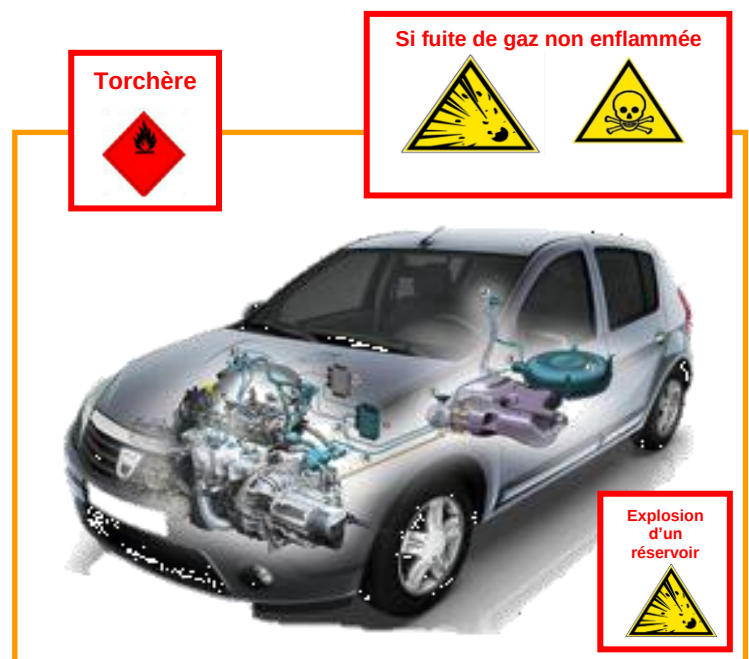
Risques associés au GPLc

TOXIQUE	THERMIQUE	MÉCANIQUE

VL sur le toit : Cycle continu
Torchère en phase liquide



- Limites de la soupape de sécurité
- Risque de BLEVE
Véhicule retourné ou couché :
Le GPLc se trouve en phase liquide. Pas de changement d'état > pas de refroidissement du réservoir.
- Risque de rupture de l'enveloppe (Effets thermiques du BLEVE mais sans les effets mécaniques).
Manque de liquide dans le réservoir : La pression augmente mais pas assez pour permettre l'ouverture de la soupape de sécurité.
- Cas particulier des réservoirs cylindriques :
Résistance amoindrie de la partie supérieure de la virole en cas de forte agression thermique. Le réservoir va s'ouvrir à cet endroit avant la soupape de sécurité
- Débit insuffisant de la soupape : L'acier surchauffé sera fragilisé

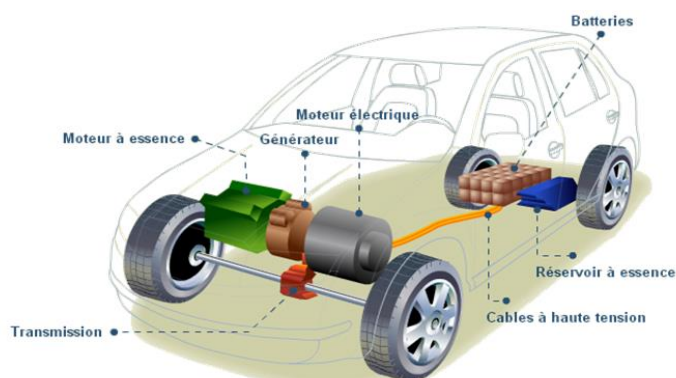


VÉHICULES HYBRIDES ET ÉLECTRIQUES

Descriptif

La technologie électrique (VE) ou hybride (Veh) peut être adoptée pour tous types de véhicules roulants : PL, VL, Bus, 2 roues...

La différence majeure entre un VE et un Veh est la capacité énergétique nécessaire pour déplacer l'engin, et donc la quantité de batterie embarquée.



• Trappe de chargement

La prise de chargement peut se situer à tout endroit du véhicule mais est caractéristique de la présence de batterie HT



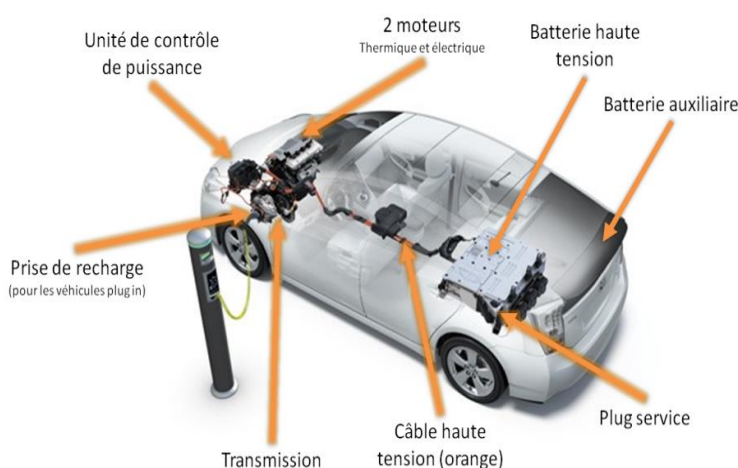
• Absence de pot d'échappement



L'absence de pot d'échappement sur les véhicules 100% électriques.

Équipements spécifiques d'un Véhicule VEH ou d'un VE

• Équipements spécifiques d'un Veh



• Éléments spécifiques d'un Veh ou d'un VE

• Logos et symboles externes

Ces éléments figurent sur le véhicule à des fins commerciales ou d'identification par le grand public... Les logos sont généralement bleutés (pas d'obligations réglementaires).



• Certificat d'immatriculation (P3)

Les certificats d'immatriculation, indiquent l'énergie embarquée à la rubrique P.3 :

- « EH » (Essence/Hybride non rechargeable),
- « GL » (Gazole/Hybride rechargeable),
- « GH » (Gazole/Hybride non rechargeable),
- « EL » (Electrique).



• Câbles de haute tension

Les câbles de haute tension sont identifiés par une protection de couleur orange afin de bien les différencier du circuit électrique de servitude (12 ou 24 v). Les câbles oranges peuvent véhiculer des intensités de 200 à 600 mA (danger).



• Batteries de traction

Des batteries de différentes technologies peuvent équiper les VE/Veh : Lithium ion (LI-ion), lithium métal polymère (LMP), nickel métal hydrure (NiMH)... avec des tensions de 200 à 600 Volts



- PL Hybrides/Electriques :

Les packs batteries sont généralement situés sur les côtés (bas de caisse).



- Bus Hybrides/Electriques :

Les packs batteries sont situés sur toit



Risques associés à un véhicule hybride/électrique

Plusieurs risques sont associés à l'utilisation des véhicules :

TOXIQUE	THERMIQUE	MÉCANIQUE	ÉLECTRIQUE

VÉHICULES HYDROGENE

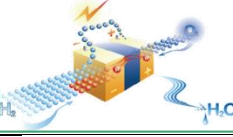
Principe de fonctionnement

Le principe de fonctionnement du véhicule H2 est celui de la Pile à Combustible associée à une motorisation électrique. La pile à combustible (PAC) oxyde le dihydrogène avec le dioxygène de l'air, produisant ainsi de l'électricité et de la vapeur d'eau.

Un véhicule H2 est donc un véhicule électrique (avec les mêmes dispositifs qu'un véhicule électrique : batterie de traction, service plug en fonction du constructeur etc..) qui produit sa propre électricité permettant soit d'alimenter le moteur électrique (technologie full power), soit de prolonger l'autonomie de la batterie de traction (technologie range extender).

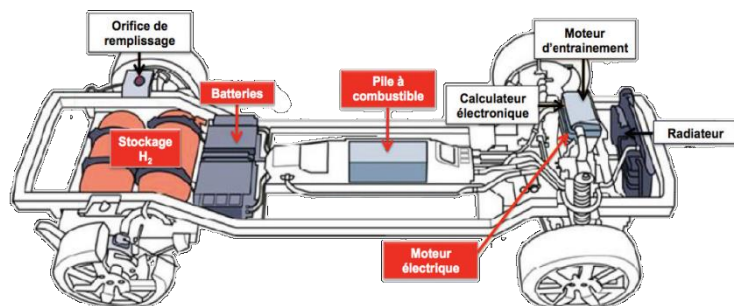
L'H2 est stocké sous forme gazeuse dans des réservoirs de type III ou IV sous une pression de 350 ou 700 bars.

Le réservoir de type III (réservoir composite à liner métallique) et IV (réservoir composite à liner plastique) est généralement présent sur l'arrière du véhicule. Il est de forme cylindrique. Il peut être monté seul ou doublé.

H2 stocké dans le(s) réservoir(s) 350 à 700 bars selon le constructeur	
Circulation vers la pile à combustion Réseau gaz	
Transformation chimique $H_2 + O_2 = H_2O + \text{électrons}$	
Utilisation de l'électricité Moteur électrique + batterie HT	

L'hydrogène intéresse aujourd'hui tous les vecteurs de transport (routier et fluvial).

Équipements spécifiques d'un véhicule à Hydrogène



• Spécificité

Dans le cas d'un véhicule de type «range extender», le kit prolongateur d'autonomie composé du stockage hydrogène et de la pile à combustible peut être rajouté sur des véhicules électriques (Kangoo ZE H2).



Éléments caractéristiques d'un véhicule à hydrogène

• Marquage et symboles externes :

Ces éléments figurent sur le véhicule à des fins commerciales ou d'identification par le grand public.



• Trappe de chargement :

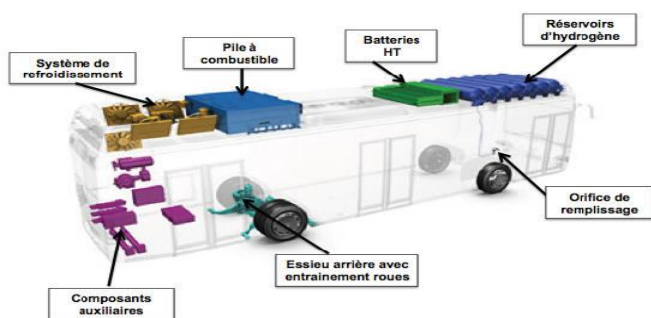
Les véhicules H2 embarquent un orifice de remplissage spécifique permettant de s'alimenter en hydrogène. Ce dispositif peut être couplé à la trappe de chargement électrique.



• Certificat d'immatriculation(P3)

Les certificats d'immatriculation indiquent l'énergie embarquée à la rubrique P.3 : « H2 » (Hydrogène).





BUS à pile combustible : Les réservoirs et les batteries HT sont généralement situés sur le toit du véhicule.

Sécurité intrinsèque

- Dispositifs de sécurité (Réservoir composite),
- Fermeture de l'électrovanne (par défaut),
- TPRD de type GLASS-BULB : Déclenchement à $T > 110^\circ$ et torchère continue,
- Temps de purge 1 à 3 minutes,
- Cheminée d'évacuation H_2 : en partie haute (Kangoo ZEH) ou basse du véhicule.

⚠ L' H_2 est un gaz incolore, plus léger que l'air. Sa plage d'explosivité est très large (4% à 74%). En cas d'incendie, la flamme est à peine visible.



Risques associés à un véhicule à hydrogène

Plusieurs risques sont associés à l'utilisation des véhicules :

TOXIQUE	THERMIQUE	MÉCANIQUE	ÉLECTRIQUE



Fuite de gaz non enflammée

- Explosion du réservoir



Flux de l'incendie - Explosion

- torchère gazeuse continue peu visible après déclenchement du glass bulbe à 110°



Appauvrissement de l' O_2 dans l'air ambiant



Câbles orange - Prise de charge :

- Courant continu
 - Risque de flash électrique
- Service plug :
- Courant continu
 - Risque de flash électrique



Dysfonctionnement du dispositif glass bulbe
Explosion du réservoir



Batterie de traction

- Courant continu HT
- Dégagement de gaz toxiques et corrosifs lorsque la batterie est soumise au feu ou éventrée.