



MINISTÈRE
DE L'INTÉRIEUR

*Liberté
Égalité
Fraternité*

GUIDE DE DOCTRINE OPÉRATIONNELLE



Opérations de secours en milieu routier

1^{re} version
Juillet 2025



DIRECTION GÉNÉRALE
DE LA SÉCURITÉ CIVILE
ET DE LA GESTION DES CRISES

GUIDE DE DOCTRINE OPÉRATIONNELLE

Opérations de secours en milieu routier

DSP/SDDRH/BDFE/ JUILLET 2025

1^{ère} édition

Ce guide de doctrine opérationnelle a été réalisé en 2021 puis complété en 2024 : sous la direction de Christophe PERDRISOT, Djamel FERRAND, Guillaume TURCI et Jérémy LAVERGNE du bureau en charge de la doctrine, de la formation et des équipements, avec l'aide des contributeurs suivants :

Jérôme ALBERT (SDIS 91), David BOULET (SDIS 18), Yohann BRAUD (SDIS 78), Nicolas BRETTE (SDIS 77), Sébastien CARDOU (SDIS 44), Nicolas CHAINTREUIL (SDIS 73), Serge DELAUNAY (ER), Isabelle DELETOILE (SDIS 29), Patrick DE MOURA (SDIS 26), Gilles DEVANTOY (SDIS 95), Romuald DOLIQUE (SDIS 80), Jean-Michel DUQUESNE (SDIS 78), Laurent DUPONT (SDIS 17), Michel GENTILLEAU (SDIS 86), Philippe GOLEC (SDIS 73), Nicolas GRANIER (SDIS 78), Adrien GRANSAGNE (SDIS 86), Éric TARNOWSKI (SDIS 55), Isabelle TAUTU-ARII (SDIS 78), Jérôme LANGLOIS (SDIS 44), Jérôme LAURENT (SDIS 26), Denis LARGER (BMPPM), Christophe LENGLOS (Renault), Julien MANESSE (SDIS 17), Sylvain MARCHAL (SDIS 78), Thibault MEYNIE (BMPPM), Florence OLIVIER – COURTOIS (SDIS 91), Bruno POUTRAIN (BSPP), Cyrille PERRODEAU (BSPP), Cédric RIGOLLET (SIS 987), Maximilien SAMSOEN (SDIS 78), Rémy SBAIZERO (SDIS 77), Sébastien SIMON (SDIS 37), Cédric THOMA (Tesla).

Pour la partie « tunnels » :

Olivier PERONNE (BAGER), Pascale PIQUEREZ (CETU), Christophe WILLMANN (CETU), Michaël POTIER (CETU), Antoine MOS (CETU), Frédéric DUTEL (SDIS 73), Olivier GOSTOMSKI (SDIS 74), Fabrice DIQUELLOU (BSPP), Patrice POISSON (SDIS 64), Antoine RUIZ (SDIS 64), Jean-Manuel MICHEL (SDIS 88), Sylvain MARCHAL (SDIS 78).

Comité de validation : Tiphaine PINAULT (DSP), Franck VINESSE (SDDRH), Emmanuel JUGGERY (adjoint SDDRH), Bruno CESCA (chef du BDFE).

Reproduction des textes autorisée pour les services d'incendie et de secours dans le cadre de la mise en œuvre de la doctrine et de la formation des sapeurs-pompiers.

L'utilisation des illustrations est soumise à une autorisation de l'auteur.

© DGSCGC – 1^{ère} édition – ISBN : 978-2-11-167262-8 - Dépôt légal : mars 2025



**MINISTÈRE
DE L'INTÉRIEUR**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

**Direction générale
de la sécurité civile
et de la gestion des crises**

DIRECTION DES SAPEURS-POMPIERS
Sous-direction de la doctrine et des ressources humaines
Bureau de la doctrine, de la formation et des équipements

Préface

Les opérations réalisées par les services de secours dans un environnement routier, qu'il s'agisse d'accident de circulation, de lutte contre un incendie, ou de tout autre sinistre, nécessitent que l'on considère l'environnement global d'une zone d'intervention. Elles appellent une prise en compte des événements considérés (accidents, sinistres, ...) mais également des effets induits par ces événements sur l'environnement lui-même.

Regroupant les éléments de réponse opérationnelle essentiels, ce guide présente le milieu routier et ses risques, offrant ainsi aux premiers intervenants une meilleure compréhension de cet environnement.

Elaboré par un collège de référents, ce guide de doctrine se place sous le prisme des primo-intervenants et constitue une référence adaptable aux situations rencontrées en opérations permettant la mise en œuvre sécurisée de toutes les actions des intervenants lors des missions.

Pensé comme un recueil permettant une meilleure connaissance des risques liés aux évolutions technologiques et au verdissement des flottes (batterie lithium, hydrogène, etc.), il évoluera au fil des avancées dans ces domaines.

Il a vocation à être porté à la connaissance de l'ensemble de vos personnels impliqués dans la gestion des opérations de secours.

Avec la publication de ce nouveau guide de doctrine opérationnelle, la direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises réaffirme son rôle dans la définition de la doctrine d'emploi des sapeurs-pompiers, au service de ces derniers.

Je vous invite à contribuer à la rédaction de partage d'expérience pour favoriser l'amélioration des documents de doctrine.

**Le directeur général de la sécurité civile
et de la gestion des crises**

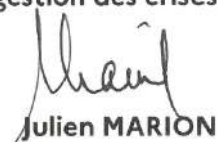

Julien MARION

Table des matières

Préface	5
Table des matières	7
Comment utiliser le corpus doctrinal ?	11
PRINCIPAUX APPORTS	15
CHAPITRE 1 - Connaissances générales	19
1. L'environnement.....	19
1.1 Le réseau routier public.....	20
1.1.1 Le réseau routier national.	20
1.1.2 Le réseau routier départemental.	23
1.1.3 Le réseau routier territorial.	23
1.1.4 Le réseau routier métropolitain.	23
1.1.5 Les voies communales.	24
1.2 La route.	24
1.2.1 La signalisation routière.	25
1.2.2 Le mobilier urbain.	26
1.3 Les ouvrages d'art.	27
1.3.1 Les ponts et les viaducs.	27
1.3.2 Les tunnels.....	30
1.3.3 Les autres types d'ouvrages d'art.	37
1.4 Les véhicules.....	38
1.4.1 Les véhicules légers.	39
1.4.2 Les véhicules utilitaires légers.	40
1.4.3 Les véhicules poids lourds.	40
1.4.4 Les véhicules de transport en commun.	40
1.4.5 Les cycles motorisés.	42
1.4.6 Les remorques et caravanes.....	42
1.4.7 Les engins agricoles et de chantier.....	43
1.5 Les installations de recharge en énergie.	43
1.5.1 Les installations de distribution de carburants.	43
1.5.2 Les installations de recharge en électricité.	45
1.5.3 Les installations de recharge en hydrogène.	46
1.5.4 Les installations de recharge en gaz naturel.	48
1.5.5 Les installations de recharge en GNL.	51
2. La conception d'un véhicule à moteur.	51
2.1 La structure d'un véhicule.	53
2.1.1 La structure d'un véhicule léger.	53
2.1.2 La structure d'un véhicule poids lourd.	54
2.1.3 La structure d'un véhicule de transport en commun.....	54
2.2 Les vitrages.	55
2.2.1 Le verre trempé.	55
2.2.2 Le verre feuilleté.	55
2.2.3 Le marquage.	56
2.2.4 Le QR code.	57
2.3 Les éléments de sécurité.	58
2.3.1 Les éléments de sécurité active.	58
2.3.2 Les éléments de sécurité passive.	58

2.3.3	<i>Les éléments de sécurité tertiaire.</i>	62
3.	La motorisation des véhicules.	64
3.1	Les véhicules à motorisation thermique.	66
3.1.1	<i>Le moteur thermique fonctionnant aux carburants fossiles.</i>	66
3.1.2	<i>Le moteur thermique fonctionnant au gaz.</i>	66
3.2	Les véhicules à motorisation électrique.	71
3.2.1	<i>Les véhicules électriques.</i>	72
3.2.2	<i>Les véhicules à pile à combustible.</i>	73
3.3	Les véhicules à motorisation hybride.	76
4.	Le système haute tension.	77
4.1	La batterie.	78
4.1.1	<i>La technologie lithium – ion.</i>	79
4.1.2	<i>La technologie au nickel – cadmium.</i>	79
4.1.3	<i>La technologie sodium-chlorure de nickel (Zebra).</i>	79
4.1.4	<i>La technologie nickel - métal hydrures.</i>	80
4.1.5	<i>La technologie lithium-métal polymère.</i>	80
4.1.6	<i>La batterie tout solide.</i>	80
4.2	Les câbles d'alimentation.	80
4.3	Les systèmes de charge.	81
4.4	Les autres composants.	82
4.5	Le retrofit.	83
5	Le transport de matières dangereuses.	84
5.1	Le cadre réglementaire.	84
5.2	L'identification du chargement.	84
6	Les acteurs.	87
CHAPITRE 2 - Les dangers et les risques		91
1	L'incendie.	92
1.1	Les incendies de véhicules.	92
1.1.1	<i>La présence d'un gaz comme carburant.</i>	93
1.1.2	<i>La présence de batteries de traction haute tension.</i>	96
1.1.3	<i>Les alliages.</i>	97
1.1.4	<i>L'ultra capacité des condensateurs.</i>	98
1.1.5	<i>Les pneumatiques.</i>	98
1.1.6	<i>Les vérins hydrauliques.</i>	98
1.1.7	<i>La présence de rétroviseurs électro-chromatiques.</i>	99
1.1.8	<i>Les systèmes d'extinction automatique.</i>	99
1.1.9	<i>Les différents matériaux utilisés.</i>	99
1.2	Les incendies de tunnels.	99
1.2.1	<i>Le comportement des fumées d'incendie dans un tunnel.</i>	101
1.2.2	<i>Le comportement de l'incendie en fonction de l'énergie du véhicule.</i>	103
2	Les accidents de la circulation.	104
2.1-	Les mécanismes d'un accident de la circulation.	104
2.1.1-	<i>Le choc frontal.</i>	105
2.1.2	<i>Le choc latéral.</i>	105
2.1.3	<i>Le choc arrière.</i>	105
2.1.4	<i>Le retournement.</i>	106
2.1.5	<i>L'encastrement.</i>	106
2.1.6	<i>L'écrasement.</i>	106
2.1.7	<i>Le sur-accident.</i>	106
2.2	Les différents types de victimes.	107
2.2.1	<i>Les automobilistes.</i>	107
2.2.2	<i>Les piétons.</i>	107

2.2.3	<i>Les utilisateurs de deux roues.</i>	108
3	Les autres risques et dangers.	108
3.1	La fuite non enflammée sur un réservoir.	108
3.2	Le déversement d'électrolyte.	108
3.3	La toxicité de gaz frigorigène.	109
3.4	La charge transportée.	109
	CHAPITRE 3 - La sécurité des intervenants	111
1-	La protection des intervenants.	112
1.1	L'arrivée des moyens sur les lieux.	112
1.2	La matérialisation de la zone d'intervention.	112
1.3	Le désengagement des moyens.	115
2	La lutte contre l'incendie.	116
3	Les opérations de désincarcération.	117
3.1	L'arrimage.	118
3.2	La stabilisation.	118
3.3	Le dégarnissage.	119
3.4	Le marquage.	119
3.5	L'utilisation du matériel.	119
	CHAPITRE 4 - La construction de la réponse opérationnelle	121
1-	Les situations envisageables.	121
2	Les documents opérationnels.	122
3	La réponse opérationnelle.	123
4	La prise d'appel et l'engagement des secours.	123
4.1	Les éléments à recueillir.	123
4.1.1	<i>La localisation de l'intervention.</i>	123
4.1.2	<i>La qualification du motif de l'appel.</i>	124
4.2	Les éléments spécifiques au milieu routier.	125
4.3	Les conseils au requérant.	126
4.4	L'engagement des secours.	126
	CHAPITRE 5 - La conduite des opérations	129
1	Le zonage opérationnel.	129
1.1	Principes généraux du zonage opérationnel.	130
1.2	Le zonage opérationnel sur le domaine routier.	131
2	Les principes opérationnels.	131
3	Les incendies.	132
3.1	Les incendies de véhicules légers.	132
3.1.1.1	<i>Les véhicules au gaz.</i>	134
3.1.1.2	<i>Les véhicules légers électriques et hybrides.</i>	135
3.2	Les incendies de véhicules poids lourds et de transport en commun.	137
3.3	Les incendies dans les stations de recharge en énergie.	138
3.4.	Les autres incendies.	138
3.5.	Les incendies dans les tunnels.	139
3.5.1	<i>L'engagement des moyens.</i>	141
3.5.2	<i>La circulation en contre sens des véhicules de secours.</i>	141
3.5.3	<i>L'auto-évacuation des usagers.</i>	142
3.5.4	<i>La stratégie de désenfumage.</i>	142
3.5.5	<i>La stratégie de lutte.</i>	142

3.5.6	<i>Les moyens de communication.</i>	143
3.5.7	<i>La remise en service de l'ouvrage.</i>	143
4	Les opérations de secours routier.	143
4.1	La sécurisation du site.	144
4.2	La sécurisation du véhicule.	144
4.2.1	<i>Identifier.</i>	144
4.2.2	<i>Inspecter.</i>	144
4.2.3	<i>Interdire.</i>	144
4.2.4	<i>Immobiliser.</i>	144
4.2.5	<i>Isoler.</i>	145
4.3	Le secours d'urgence aux personnes.	146
4.3.1	<i>La détermination des priorités de prises en charge.</i>	146
4.3.2	<i>La lecture de l'accident.</i>	146
4.3.3	<i>La protection des victimes.</i>	147
4.4	La sécurisation des techniques.	147
4.5	La sortie de la victime.	147
5	Les autres opérations.	149
5.1	Les opérations en présence d'un TMD.	149
5.2	Les fuites d'énergie.	150
5.3	Les interventions pour un véhicule immergé.	150
5.4	La prise en charge des naufragés de la route.	150
5.5	Les opérations de secours mettant en cause des animaux.	151
5.5.1	<i>Les accidents de transport d'animaux à but lucratif.</i>	151
5.5.2	<i>Les animaux de compagnie présents dans un véhicule accidenté.</i>	152
5.5.3	<i>Les accidents de véhicules transportant des animaux non domestiques.</i>	152
5.5.4	<i>Les collisions routières impliquant des animaux domestiques ou sauvages.</i>	152
5.6	Le dégagement de la voie de circulation.	152
	ANNEXE A – Abréviations utilisées dans ce guide.	155
	ANNEXE B – Les outils d'aide à la décision lors des interventions sur les véhicules.	157
B.1	Les fiches d'aides à la décision.	157
B.2	Les guides d'interventions d'urgence.	158
B.3	Les applications mobiles.	159
B.4	Document d'information à destination des SIS - RENAULT GROUP	161
	ANNEXE C – Sources d'énergie figurant sur la carte grise.	163
	ANNEXE D – Les engins de déplacement personnel motorisés.	165
	ANNEXE E – Conseils au requérant.	167
	ANNEXE F – Notion d'energy equivalent speed.	169
	ANNEXE G – Schémas de principe de signalisation d'urgence.	171
	ANNEXE H – Documents abrogés.	175
	ANNEXE I – Références bibliographiques.	177

Comment utiliser le corpus doctrinal ?

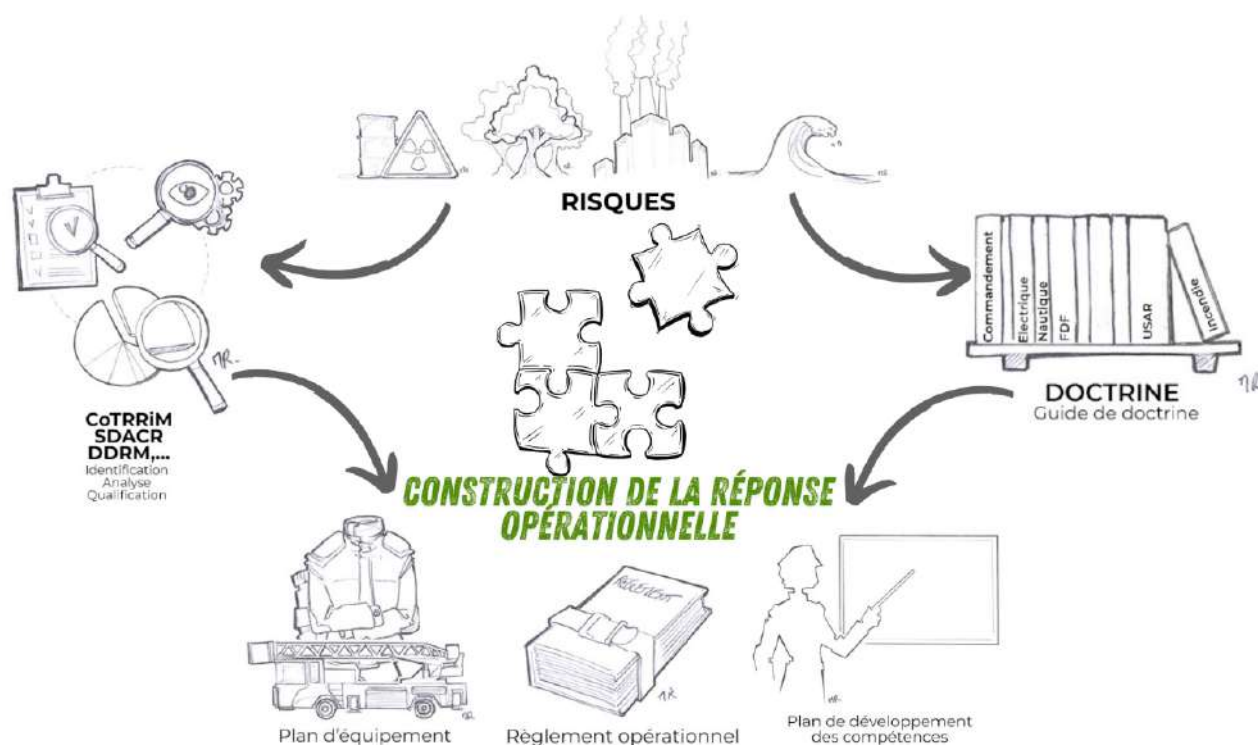
La doctrine opérationnelle relève de la **compétence de l'État**, en application de l'article L112-2 du code de la sécurité intérieure : « *L'État est garant de la cohérence de la sécurité civile au plan national. Il en définit la doctrine et coordonne ses moyens* ».

En application de l'article L 723-6 du code de la sécurité intérieure et de l'article 3 du décret 90-850 du 25 septembre 1990 portant dispositions communes à l'ensemble des sapeurs-pompiers professionnels notamment, elle est applicable aux sapeurs-pompiers professionnels et volontaires.

En lien avec les contrats territoriaux de réponses aux risques et aux effets des menaces et du schéma d'analyse et de couverture des risques, elle permet aux services d'incendie et de secours de construire leur réponse opérationnelle.

La doctrine a pour objet de guider l'action, de proposer des outils d'aide à l'intervention et de faciliter la prise de décision des sapeurs-pompiers, sans imposer des méthodes strictes inenvisageables dans le domaine opérationnel.

Elle participe également à la construction de certains documents structurants des SIS suivant ce schéma :



La doctrine a pour objectif l'uniformisation et la cohérence des modes d'intervention sur l'ensemble du territoire, ainsi que l'interopérabilité des SIS.

Si elle ne constitue pas un corpus contraignant au sens strict, elle reste une référence opposable soumise au pouvoir d'appréciation du juge.

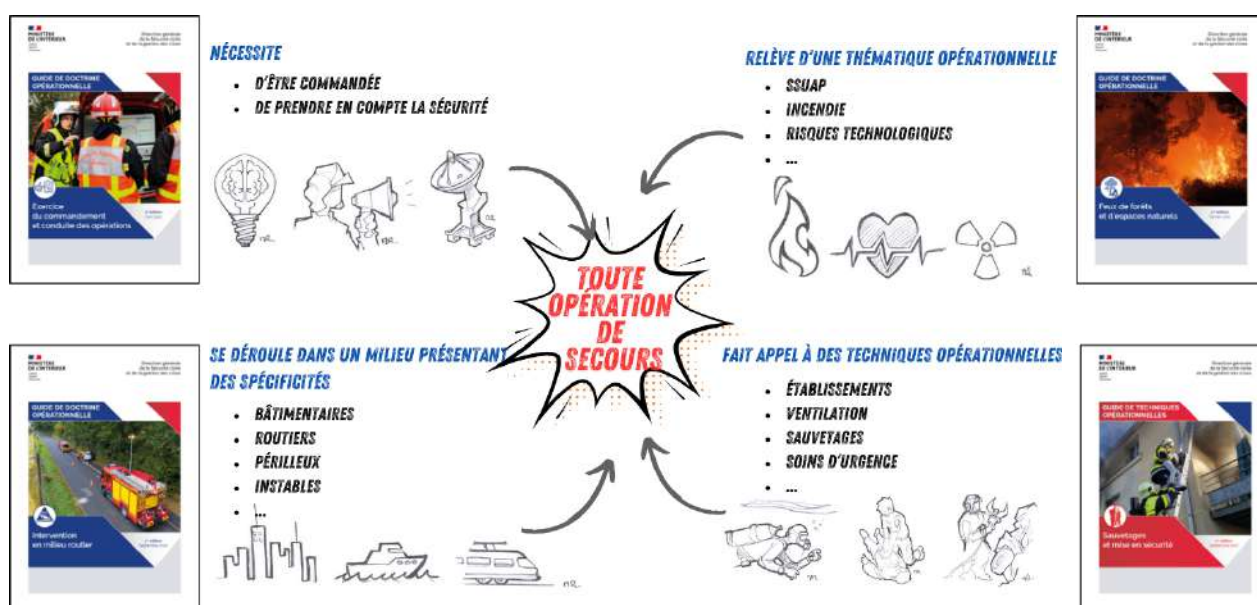
Elaborée par la DGSCGC avec le concours des SIS et d'experts, la doctrine opérationnelle fait partie des **actes de droit souple**.¹, ce qui permet de l'actualiser en fonction de l'évolution des risques et des menaces, de l'état des connaissances et des retours d'expériences.

Chaque situation de terrain ayant ses particularités, chercher à prévoir un cadre théorique unique pour chacune serait un non-sens et c'est pourquoi seuls des conseils à adapter au cas par cas sont pertinents et nécessaires.

La décision, dans une situation particulière, de s'écarter des orientations données par les documents de doctrine relève de l'exercice du pouvoir d'appréciation, intégrée à la fonction de commandement et inhérente à la mission en cours.

La mise en œuvre de la doctrine requiert du discernement pour être adaptée aux impératifs et contraintes de chaque situation.

Ce corpus s'organise à l'image d'une intervention et de son traitement :



Ce corpus doctrinal qui s'organise sous la forme d'une bibliothèque de la sécurité civile propose plusieurs types de documents, ayant des finalités différentes.

Les guides de doctrine opérationnelle (GDO) sont des documents qui ont pour objectifs :

- d'aider les services d'incendie et de secours à construire leur réponse opérationnelle à partir de règles communes ;
- de permettre au commandant des opérations de secours (COS) de construire son raisonnement tactique ;
- de concourir à la sécurité des intervenants.

Il existe ainsi des :

- **guides de doctrine généraux** qui définissent les dispositions communes et transverses capables de s'adapter à tous types de situation et applicables par tous les SIS ;
- **guides de doctrine spécifiques** qui définissent la stratégie à mettre en œuvre propre à un environnement opérationnel ou un risque particulier préalablement identifiés.

¹ Etude annuelle du Conseil d'Etat de 2013

Les guides de techniques opérationnelles (GTO) ont pour objectif de mettre à disposition des services d'incendie et de secours l'ensemble des méthodes et techniques opérationnelles utiles à l'atteinte des objectifs du COS en fonction des différents environnements rencontrés en opération.

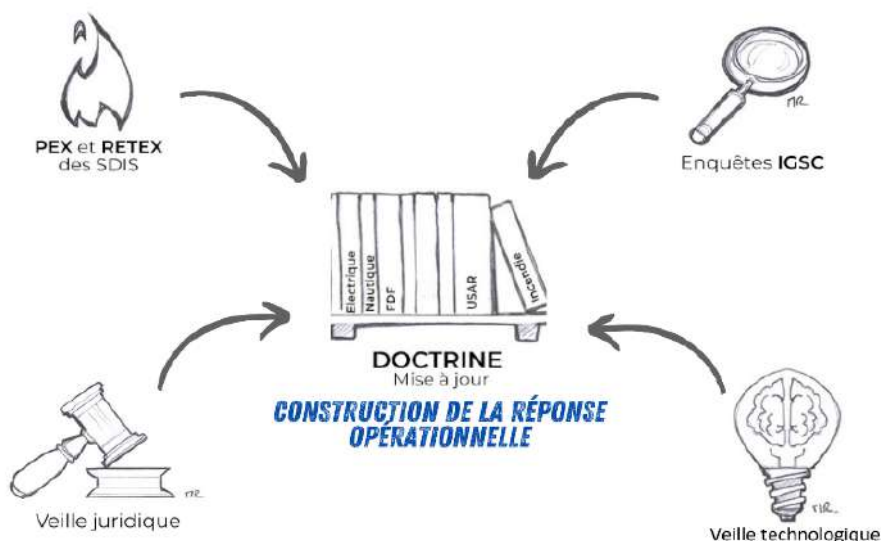
Les partages d'information opérationnelle (PIO) ont pour objectif d'offrir rapidement des éléments opérationnels de manière synthétique sur une problématique nouvelle ou ponctuelle (self storage, isolation par l'extérieur, etc.).

Ces documents n'ont pas vocation :

- à proposer un dispositif opérationnel type pour la gestion des interventions ;
- à détailler des phénomènes opérationnels et leur stratégie de lutte ;
- à détailler des techniques opérationnelles ;
- à servir les particularités de tel ou tel service d'incendie et de secours, mais bien d'être exploitables par tous.

Inscrite dans une démarche d'amélioration continue, la doctrine est régulièrement mise à jour à partir :

- des partages et retours d'expérience des services d'incendie et de secours ;
- de l'évolution des connaissances dans le domaine des sciences et techniques ;
- de la veille juridique.



Les photographies et les schémas utilisés dans les documents de doctrine n'ont pas vocation à imposer ou recommander aux services d'incendie de secours, les matériels et équipements qui peuvent y être représentés.



Pour en savoir plus, se référer au vademécum « Doctrine à l'usage des services d'incendie et de secours ».



Une connaissance du milieu et des risques

Les enjeux liés aux opérations de secours sur les infrastructures routières, autoroutières voire à l'interface avec le réseau ferroviaire nécessitent une bonne appréhension des caractéristiques de l'environnement dans lequel évoluent les secours et une réelle compréhension de l'action des différents acteurs.

Le milieu routier caractérise l'écosystème qui gravite autour d'un réseau permettant le déplacement des véhicules à moteur ou non, inclut :

- le réseau routier public ;
- les ouvrages d'art ;
- les véhicules ;
- les installations de recharge en énergie pour les véhicules et les installations annexes éventuelles (parking à l'air libre, aire de repos, bâtiment, etc.).

Ce GDO s'attache donc à ne présenter que les principaux risques qu'ils soient génériques aux véhicules ou spécifiques à une infrastructure (tunnel par exemple).

Les chapitres 1 et 2 permettent de disposer d'une vision globale des problématiques liées aux opérations de secours sur le domaine routier et celles liées aux nouvelles mobilités. Ces connaissances doivent également permettre de dédramatiser certaines situations et éviter uniquement une réponse « outil ».

La sécurité des intervenants

La conduite d'une opération de secours sur le domaine routier repose sur plusieurs principes qui concourent à la sécurité des intervenants :

- assurer la sécurisation de la zone d'intervention, compte tenu du contexte routier et du risque de sur-accident notamment (signalisation d'urgence, zonage...) ainsi que des risques inhérents aux véhicules (risque incendie, explosif et chimique) ;
- assurer la sécurité des intervenants et des victimes au regard des énergies embarquées et du risque d'instabilité du véhicule, en neutralisant ces énergies et en immobilisant le véhicule ;
- assurer la sécurité des intervenants et des victimes au regard des équipements impactant du véhicule (airbags, renforts...), en identifiant et en localisant ces équipements, avant toute opération de désincarcération (dégarnissage, FAD...).

La signalisation temporaire d'urgence est abordée et clarifiée.

•
La problématique liée aux fumées d'incendie de véhicule électrique fait l'objet de recommandations.

La lutte contre les incendies de véhicules est renouvelée

Le principe général d'extinction d'un véhicule repose sur une action offensive sur l'incendie dans l'habitacle couplée à un refroidissement massif et rapide de la source d'énergie (réservoir de carburant, réservoir gaz sous pression, batterie HT).

L'extinction rapide de l'habitacle et de son contenu permet dans bien des cas d'éviter ou limiter les risques environnementaux et d'extension du sinistre ainsi que, le cas échéant, l'emballement de la batterie et/ou l'explosion du réservoir.

L'attaque est réalisée au moyen de lance à eau avec un débit minimum de 250 litres par minute. Le binôme doit progresser dans l'axe 3/4 avant du véhicule en feu. Les établissements sont réalisés dans la mesure du possible en se protégeant derrière des écrans (mobilier urbain, murs, engins, etc.).

Une approche pragmatique des incendies de véhicules électriques

Dans le cas où, après l'extinction de l'habitacle, la batterie est emballée thermiquement, il est procédé à son extinction à l'eau si elle dispose d'un dispositif spécifique conçu par le constructeur automobile (ex : trappe thermo-fusible). Dans le cas contraire, on cherchera à intégrer l'eau dans le casing de la batterie (par les déformations de la batterie ou la fonte de parties fusibles).

Si l'opération s'avère inefficace, il convient de s'abstenir de toute tentative d'extinction et de refroidissement de la batterie qui ne peut avoir que des effets indésirables :

- l'augmentation du temps de combustion ;
- la production accrue de fumées ;
- la projection importante de particules de métal en fusion ;
- une consommation importante d'eau ;
- un risque de reprise de feu plusieurs jours après le sinistre initial ;
- des risques de pollutions par les eaux d'extinction.

Une fois l'extinction réalisée, le commandant des opérations de secours ne doit toutefois ne pas éluder le risque de ré-ignition de la batterie si celle-ci n'a pas été entièrement détruite, dans ce cas :

- le véhicule doit être placé en quarantaine sur un sol inerte (lit de sable par exemple) ;
- les forces de l'ordre et la société de dépannage doivent être informées de l'énergie du véhicule et du risque de ré-ignition

Pour les petites mobilités (vélo électrique, trottinette, etc.), une immersion pourra être envisagée.

Les opérations de secours routier

La marche générale des opérations lors d'une opération de secours routier repose sur une approche simplifiée et sur différentes phases :

- la sécurisation du site ;
- la sécurisation du véhicule ;
- le secours d'urgence aux personnes ;
- la sécurisation des techniques ;
- la sortie de la victime.

Signalisation d'urgence

La régulation de la circulation est une mission qui incombe aux forces de l'ordre et non aux sapeurs-pompiers.

Les éléments liés à la **signalisation temporaire d'urgence** sont donnés à titre indicatif. Elle est mise en place par le SIS et répond aux objectifs de sécurité fixés par le zonage opérationnel défini dans les guides de doctrine opérationnelle.

Lors de l'intervention du SIS sur un réseau concedé autoroutier et routier, cette signalisation temporaire d'urgence mise en place par le SIS doit être remplacée, dans son intégralité et dans les délais les plus courts, par les services de la société.

Pour les autres réseaux ces éléments sont à partager avec les opérateurs des routes et à adapter en fonction des contingences locales et des matériels en service dans les SIS.

Techniques de désincarcération

Le parti a été pris de ne pas réaliser de guide de techniques opérationnelles sur la désincarcération. Ce choix a été guidé par :

- la volonté de ne pas imposer de matériels aux SIS ;
- la nécessité d'adapter les principes de dégagements de victimes aux situations et non pas avec des modus opérandi figés ;
- la nécessité pour chaque SIS de pouvoir adapter ses méthodes aux matériels, organisations opérationnelles territoriales ;
- le postulat de ne pas faire de la désincarcération une spécialité au sens de l'arrêté du 22 août 2019 modifié, laissant à chaque SIS le choix de développer une filière le cas échéant.

CHAPITRE 1 - Connaissances générales



© Djamel Ferrand - DGSCGC

Les enjeux liés aux opérations de secours sur les infrastructures routières, autoroutières voire à l'interface avec le réseau ferroviaire nécessitent une bonne appréhension des caractéristiques de l'environnement dans lequel évoluent les secours et une réelle compréhension de l'action des différents acteurs.

Ce guide de doctrine opérationnelle (GDO) se veut généraliste et prioritairement à l'usage des primo-intervenants. Il regroupe en un seul écrit toutes les informations contenues dans les documents opérationnels qu'il abroge².

1. L'environnement.

En préambule et afin de bien appréhender le champ d'application de ce GDO, il apparaît nécessaire de clarifier ce qu'il faut comprendre par « milieu routier ».

Le milieu routier caractérise l'écosystème qui gravite autour d'un réseau permettant le déplacement des véhicules³ à moteur ou non. Il inclut :

- le réseau routier public ;
- les ouvrages d'art ;
- les véhicules ;
- les installations de recharge en énergie pour les véhicules et les installations annexes éventuelles (parking à l'air libre⁴, aire de repos, bâtiment, etc.).

² Annexe G.

³ Au sens de l'article R311-1 du code de la route.

⁴ Les parcs de stationnement couverts sont abordés dans le GDO « lutte contre l'incendie » à paraître.

1.1 Le réseau routier public.

Le réseau routier public est l'élément essentiel du maillage territorial. Il joue un rôle primordial dans la desserte du pays. Le domaine public routier comprend l'ensemble des voies du domaine public de l'Etat et des collectivités territoriales, affectées aux besoins de la circulation terrestre.

Il représente de 1 104 127 km de voies pour la France entière⁵ dont 1 091 075 km hors départements d'outre-mer. En outre en métropole on trouve 700 000 km de voies communales, 380 000 km de routes départementales et d'environ 20 000 km de routes nationales et d'autoroutes.

1.1.1 Le réseau routier national.

En métropole, les services de l'Etat conservent sous leur responsabilité le seul réseau principal structurant essentiel pour l'économie du pays. Ce réseau est notamment constitué des autoroutes et des routes qui accueillent les trafics à longue distance, qui assurent la desserte des grandes métropoles régionales et qui desservent des grands pôles économiques.

Les routes du réseau routier national sont identifiées par un cartouche contenant la lettre A ou N et le numéro de la route en blanc sur un fond de couleur rouge.

Le réseau routier national s'étend sur 20 849 km :

- 8 470 km de routes nationales.
- 12 379 km d'autoroutes, dont 9 158 km sont concédés à des sociétés concessionnaires sous contrat avec l'Etat.

Une autoroute présente plusieurs caractéristiques :

- deux chaussées à sens unique, séparées par un terre-plein central (TPC) ou une double glissière de sécurité, ce qui limite très significativement les chocs frontaux ;
- chaque chaussée comporte une ou plusieurs voies de circulation, ainsi qu'une bande d'arrêt d'urgence (BAU) sur le côté extérieur de celle-ci, laquelle est en général également bordée par une glissière de sécurité ou un terre-plein et qui permet de s'arrêter en cas d'urgence sans gêner la circulation. Sur certaines portions réduites, la BAU est inexistante : la vitesse limite est alors abaissée.

Une autoroute peut être équipée de bornes d'appel d'urgence. En France, elles sont disposées tous les 2 kilomètres.

Les refuges sur autoroutes sont des aménagements de sécurité présents tous les deux kilomètres en moyenne le long de la bande d'arrêt d'urgence, en règle générale dans chaque sens de circulation. Ce sont des zones spécialement aménagées sur l'accotement afin de permettre aux usagers de bénéficier des meilleures conditions d'arrêt d'urgence possibles.

Si l'autoroute ne comporte pas de bande d'arrêt d'urgence sur une certaine distance, des refuges sont installés tous les kilomètres et leurs dimensions sont différentes. La plupart des refuges sont encore équipés d'un poste d'appel d'urgence qui mettra en relation l'utilisateur avec la société en charge de la gestion de l'autoroute.

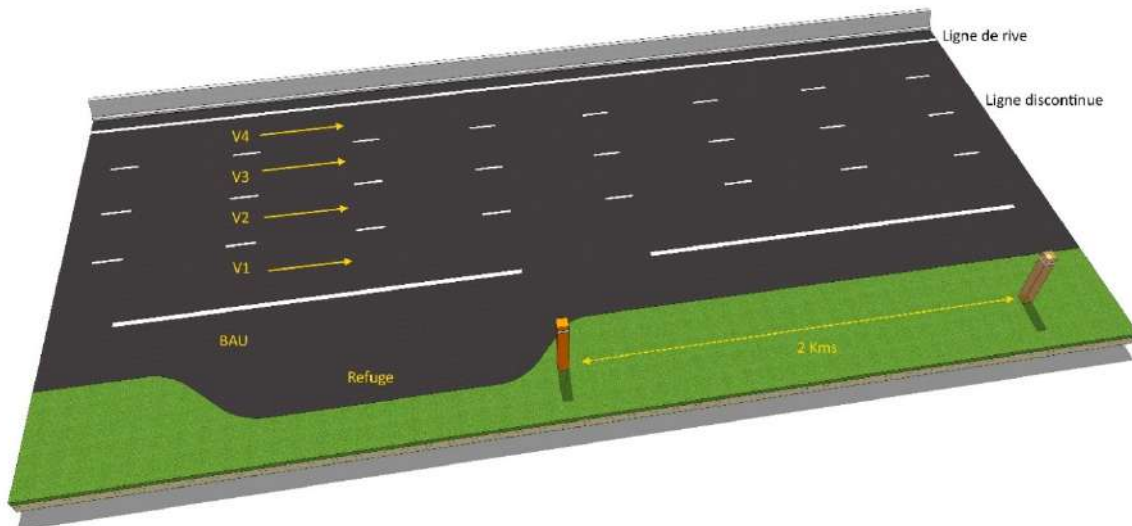
⁵ Source : <https://www.vie-publique.fr/eclairage/273112-tableau-du-reseau-routier-francais>.



© Djamel FERRAND - DGSCGC

L'accès et la sortie se font par des bretelles dont le tracé comporte une partie tangentielle à la chaussée, appelée « voie d'insertion » (ou voie d'accélération) qui permet au véhicule entrant d'adopter la vitesse du flux de circulation pour pouvoir mieux s'y intégrer (tout en cédant la priorité aux véhicules circulant déjà sur l'autoroute) et « voie de décélération » qui permet au véhicule de ralentir sa vitesse pour quitter l'autoroute, sans gêner la circulation générale.

Les croisements entre autoroutes et les autres réseaux routiers se font par des échangeurs.



© Guillaume Vermeulen – SDIS 59

Sur le plan opérationnel, les exploitants autoroutiers utilisent un système de numérotation des voies, allant de la plus lente à la plus rapide :

- V1 = Voie de droite ;
- V2 = Voie médiane droite ;
- V3 = Voie médiane gauche ;
- V4 = Voie de gauche.

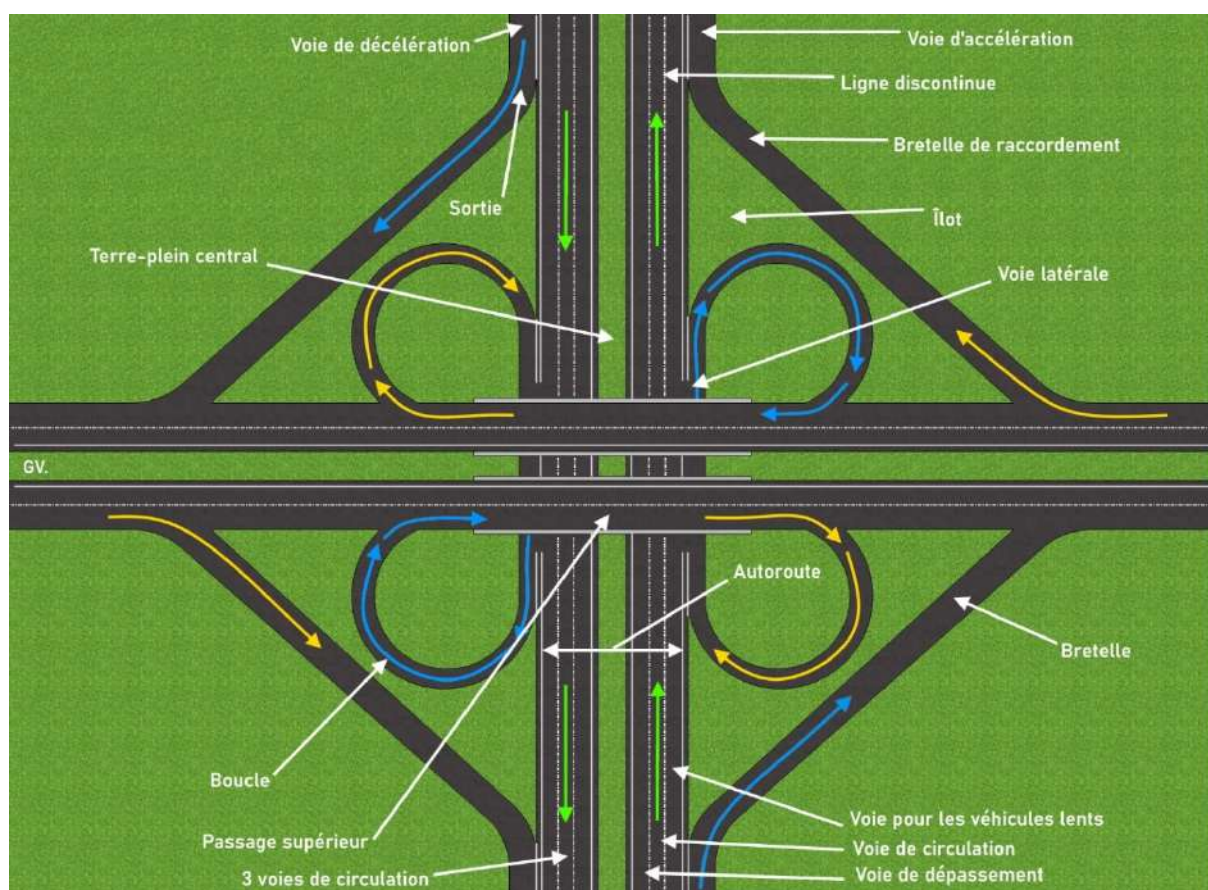
Le système autoroutier français est en grande partie à péage. Ces derniers sont basés sur un forfait ou sur la distance parcourue. L'implantation des accès de service et de secours, raccordés à la voirie ordinaire, est définie en fonction des besoins des services d'exploitation et de secours concernés. L'accès est limité aux sociétés d'exploitation, de dépannage sur le réseau, aux secours et forces de l'ordre. Il peut être autorisé temporairement aux entreprises intervenantes.

Sur la base d'une convention entre le SIS et l'exploitant⁶, l'utilisation et le moyen d'ouverture sont prévus localement.

De même, la facturation de l'engagement de moyens par les services d'incendie et de secours sur le réseau routier et autoroutier concédé sont traités dans la convention précitée.



© Djamel FERRAND - DGSCGC



Vocabulaire de l'environnement routier
© Guillaume Vermeulen – SDIS 59

⁶ Arrêté du 13 juillet 2022 relatif à l'engagement de moyens par les services d'incendie et de secours sur le réseau routier et autoroutier concédé et aux conditions d'accès et d'usage aux infrastructures routières ou autoroutières, à titre gratuit, des véhicules des services d'incendie et de secours en opération.

1.1.2 Le réseau routier départemental.

Avec les lois de décentralisation, près de 18 000 km de routes nationales ont été transférés aux conseils départementaux devenant ainsi des routes départementales. En effet, avec la constitution ces trente dernières années d'un réseau structurant d'autoroutes et de grandes liaisons principales, bon nombre de routes nationales ont perdu leur fonction d'écoulement du trafic de transit. Le réseau routier départemental s'étend sur 381 319 km.

Les routes du réseau routier départemental sont identifiées par un cartouche contenant la lettre D et le numéro de la route en noir sur un fond de couleur jaune.

1.1.3 Le réseau routier territorial.

Le réseau routier territorial (RT) français est composé de routes qui sont gérées par les collectivités de Corse, de la Nouvelle-Calédonie les DOM, ROM et les TAAF. Elles constituent un réseau de liaisons routières qui peut être qualifié comme un niveau régional.

En Corse, il existe sept anciennes routes nationales gérées par la collectivité de Corse (CDC) depuis la mise en place du schéma directeur des routes territoriales de Corse 2011-2021, et leur reclassement en route territoriale avec une numérotation en RT au cours de l'automne 2014.

En Nouvelle-Calédonie, le réseau des routes territoriales est géré par la direction des infrastructures, de la topographie et des transports terrestres (DITT). Ce réseau s'étend sur près de 580 kilomètres et comprend plus de 420 ouvrages d'arts.

En Martinique, le réseau routier territorial compte 632 kilomètres linéaires, dont la plupart relève directement de la compétence de la collectivité territoriale de Martinique (CTM). Il est à noter que certaines d'entre elles sont dénommées « autoroutes » sans en avoir toutes les caractéristiques connues en métropole; elles peuvent plus être assimilées à des routes à grande circulation à quatre voies.

En Guadeloupe, c'est la direction générale adjointe opérationnelle et territoriale (DGAOT) qui assure l'entretien, la surveillance du réseau routier avec 416 kilomètres de routes nationales et 619 kilomètres de routes départementales.

Pour les territoires relevant du statut de pays et territoires d'outre-mer (POM) comme en Polynésie française, les 2 590 kilomètres regroupent environ vingt-huit routes territoriales, qui sont gérées par la direction des transports terrestres (DTT), instance du ministère de l'équipement du gouvernement de la Polynésie française.

Pour les territoires de Wallis et Futuna, la compétence des routes appartient à la collectivité territoriale. La gestion de ces axes routiers y est cependant traitée en « régie » par le service des travaux publics. A Wallis, on trouve 144 kilomètres de routes territoriales dont seulement 80 kilomètres de chaussées sont revêtus. Le réseau routier territorial de Futuna est quant à lui composé de 46,6 kilomètres de routes territoriales.

Ces routes du réseau routier territorial sont identifiées par un cartouche contenant la lettre T et le numéro de la route en blanc sur un fond de couleur bleu.

1.1.4 Le réseau routier métropolitain.

Les routes métropolitaines relèvent de la catégorie juridique des voies communales et départementales.

Il s'agit d'une voie publique gérée par une métropole française. Cette disposition est prévue par les lois dites « MAPTAM »⁷ et « NOTRe »⁸ qui ont modifié la répartition des compétences transférées et la gestion des routes départementales et communales situées sur le territoire métropolitain (article L.5217-2 du CGCT). Ces transferts ont été établis par arrêtés préfectoraux, après conventionnement avec les départements.

⁷ Loi n°2014-58 du 27 janvier 2014 de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles

⁸ Loi n°2015-11 du 7 août 2015 portant nouvelle organisation territoriale de la République

Ces routes du réseau métropolitain sont identifiées par un cartouche contenant la lettre M et le numéro de la route en blanc sur un fond de couleur bleu.



1.1.5 Les voies communales.

Les voies communales, représentent l'ensemble des voies de circulation appartenant au domaine routier public, et dont la maintenance, autant de la voie en elle-même que de ses dépendances, est assurée par la commune.

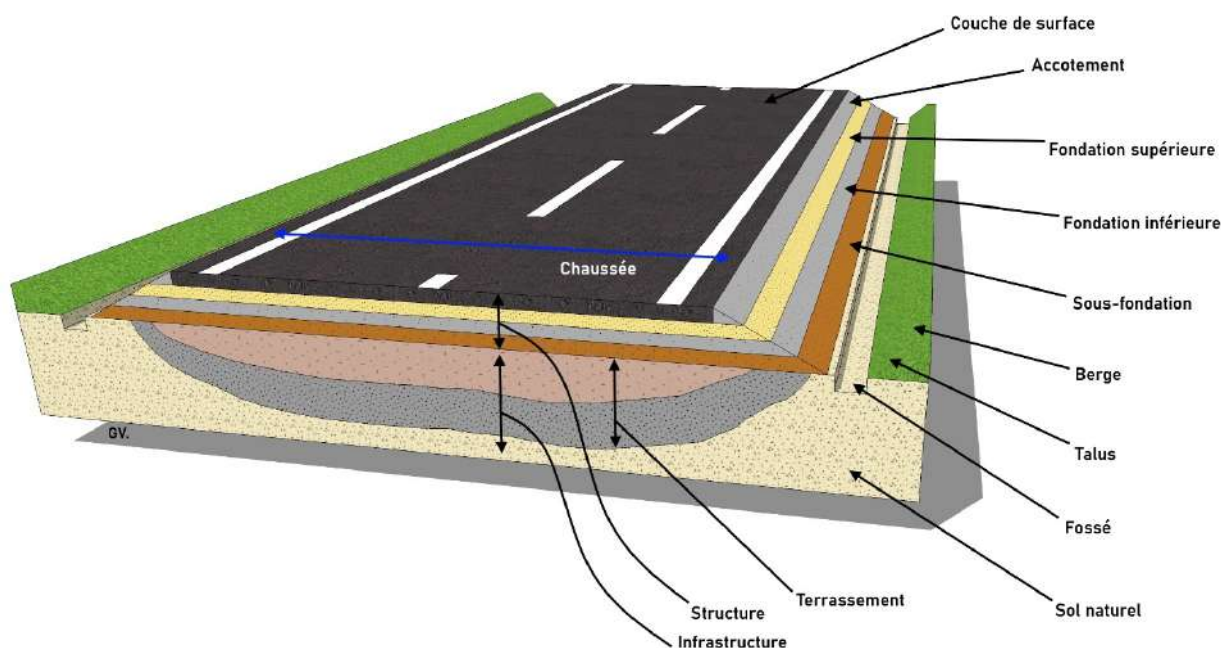
Les voies communales sont identifiées par un cartouche contenant la lettre C et le numéro de la route en noir sur un fond de couleur blanc.



En dehors des routes d'un réseau concédé, la gestion d'une route peut être « tronçonnée » entre plusieurs entités (Etat, département, commune, etc.).

1.2 La route.

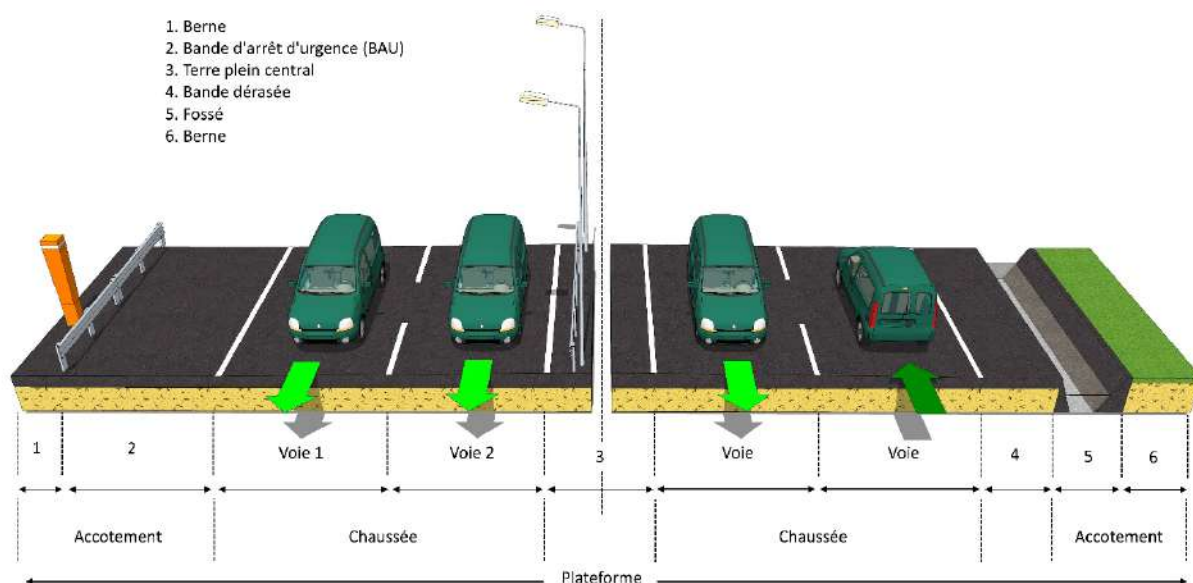
Une route englobe l'intégralité de l'espace réservé à la circulation routière, allant de l'accotement jusqu'aux voies de circulation. Y sont installés les équipements de sécurité, de signalétique et de confort.



Les différentes parties d'une route © Guillaume Vermeulen – SDIS 59

Une route se compose généralement :

- d'une ou plusieurs chaussée(s) comprenant l'ensemble des voies de circulation. La voie de circulation (couloir de circulation) peut être ouverte à tous les types de véhicules ou seulement à une certaine catégorie, comme les bus ou les vélos ;
- d'accotements et d'un terre-plein central, lorsqu'il existe, qui bordent la ou les chaussée(s), et où peuvent être implantés les dispositifs de sécurité (glissières, séparateurs). Ils sont séparés de la chaussée par des bandes dérasées. Sur les voies rapides, la bande dérasée de droite est généralement élargie pour constituer une bande d'arrêt ;
- de bernes qui assurent la jonction entre l'accotement et le fossé ou le talus.



© Guillaume Vermeulen – SDIS 59

1.2.1 La signalisation routière.

La signalisation routière⁹ a pour objet :

- de rendre plus sûre la circulation routière ;
- de faciliter la circulation ;
- d'indiquer ou de rappeler diverses prescriptions particulières de police (panneaux de vitesse, sens interdit, etc.);
- de donner des informations relatives à l'usage de la route.

Lorsqu'on considère les types de dispositifs utilisés par la signalisation, on distingue :

- la signalisation par panneaux ;
- la signalisation par feux ;
- la signalisation par marquage des chaussées ;
- la signalisation par balisage ;
- la signalisation par bornage ;
- la signalisation par dispositifs de fermeture (barrières).

S'agissant des fonctions assurées par la signalisation, on distingue :

- la signalisation permanente, qui marque les conditions courantes de circulation et de danger ;
- la signalisation temporaire spécifique aux modifications momentanées des conditions de circulation. Les marquages au sol sont de couleur jaune ;
- la signalisation dynamique, en situation d'exploitation, qui a trait aux conditions variables de circulation qui peuvent nécessiter la mise en place temporaire de prescriptions, d'indications et de mesures évolutives d'exploitation du trafic.

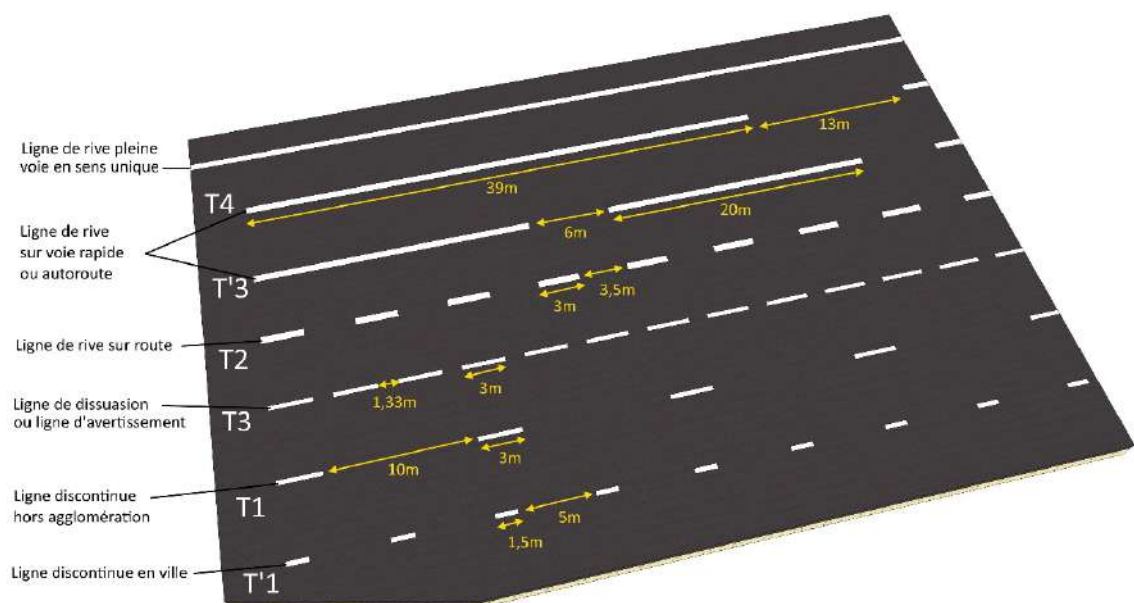
Hors situation d'exploitation, elle peut afficher un message de sécurité routière ou d'intérêt public. Elle est assurée par des dispositifs implantés de façon permanente qui affichent des messages variables (PMV : panneau à message variable).

Il existe différents types de marquages au sol, selon les types de voiries qui permettent :

⁹ Arrêté du 24 novembre 1967 modifié et instruction interministérielle sur la signalisation routière (IISR, version consolidée de 2023).

- d'identifier sur quel type de route on se trouve (en cas de doute) ;
- d'identifier les vitesses de circulation ;
- la pose d'une balisage de façon réflexe.

Type de signalisation	Longueur du marquage	Longueur des intervalles	Voiries concernées	Intérêt pour les secours
Ligne de guidage (T1)	3 mètres	10 mètres	sur les chaussées à sens unique, elle délimite les différentes voies sur les routes à double sens de circulation sur lesquelles les dépassements sont autorisés	Très pratique pour servir de repère pour le signalisation d'urgence
Ligne de bande d'arrêt d'urgence (T4)	39 mètres	13 mètres	sur autoroute et routes (voies rapides) à chaussées séparées, ligne délimitant une bande d'arrêt d'urgence	



© Guillaume Vermeulen – SDIS 59

1.2.2 Le mobilier urbain.

Le mobilier urbain regroupe tous les objets installés dans l'espace public pour permettre aux citoyens de profiter de ces espaces et contribue au confort et à la sécurité de l'espace public.

Parmi le mobilier urbain, on retrouve :

- les barrières et les gardes corps ;
- les glissières de sécurité ;
- les bornes et potelets ;
- les poubelles ;
- les panneaux d'affichage ;
- les bancs et tables publics ;
- les abris bus et vélos ;
- l'éclairage urbain ;
- etc.

Certains de ces mobiliers ont besoin d'électricité pour fonctionner. Ils peuvent être alimentés par un réseau de distribution ou être autonomes grâce à des panneaux solaires.

1.3 Les ouvrages d'art.

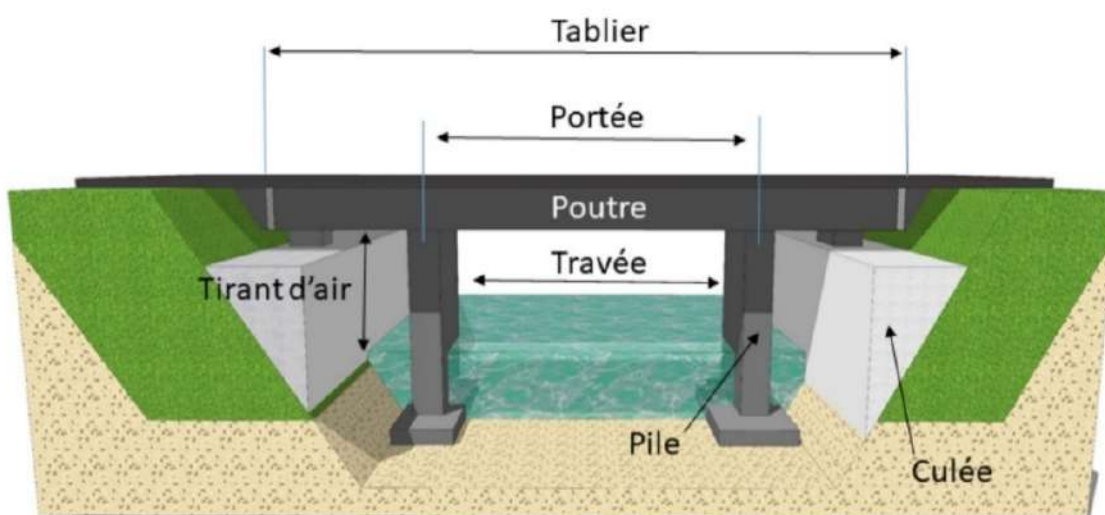
Ce sont des constructions de grande importance et de grande taille permettant de franchir un obstacle sur une voie de communication routière (ponts, tunnels, etc.). Font également partie des ouvrages d'art, les structures en élévation telles que les dispositifs de protection contre l'action de la terre, de l'eau, du bruit (murs, digues, etc.), les auvents de péage ou encore les portiques supportant des panneaux de signalisation, d'information, de gabarit, etc.

1.3.1 Les ponts et les viaducs.

Les ponts et les viaducs sont des ouvrages aériens qui permettent de franchir des obstacles naturels ou artificiels en passant par-dessus. D'un point de vue structurel, il n'existe aucune différence entre un pont et un viaduc, ils se distinguent essentiellement par leur taille.

Un pont ou un viaduc comprend trois parties distinctes :

- les fondations qui permettent la transmission des efforts de l'ouvrage au terrain ;
- les appuis qui supportent le tablier : culées aux deux extrémités et piles intermédiaires ou piles-culées si le tablier n'est pas continu ;
- le tablier¹⁰ qui est la structure sur laquelle se fait le déplacement entre les deux extrémités. Le tablier comprend une ou plusieurs travées qui correspondent aux parties du pont comprises entre les piles ou entre une pile et une culée .



Structure d'un pont © Guillaume Vermeulen – SDIS 59

Ils peuvent être différenciés selon :

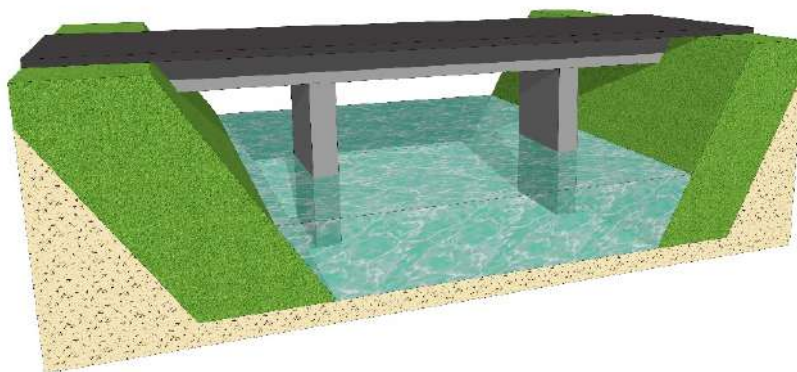
- la nature des matériaux de l'ouvrage (métal, béton armé, bois) ;
- la structure ;
- la position du tablier (porté, suspendu ou intermédiaire).

La conception architecturale générale d'un ouvrage de franchissement fixe fait appel aux trois modes fondamentaux de fonctionnement mécanique des structures (flexion, compression et traction) pour donner cinq types de ponts fixes : les ponts à poutres, les ponts en arc, les ponts à voûtes, les ponts suspendus et les ponts à haubans.

¹⁰ La hauteur libre sous un pont d'autoroute est de 4,75 mètres comparativement aux restes des routes où les ponts sont à 4,30 mètres (sauf exception dûment matérialisée).

Les ponts à poutres désignent tous les ponts dont l'organe porteur est une ou plusieurs poutres droites.

Ils n'exercent qu'une réaction verticale sur leurs appuis intermédiaires ou d'extrémités et les efforts engendrés dans la structure sont principalement des efforts de flexion.



Pont à poutres
© Guillaume Vermeulen – SDIS 59



Pont à poutres © Djamel Ferrand - DGSCGC

Les ponts en arc associent la compression à la flexion.

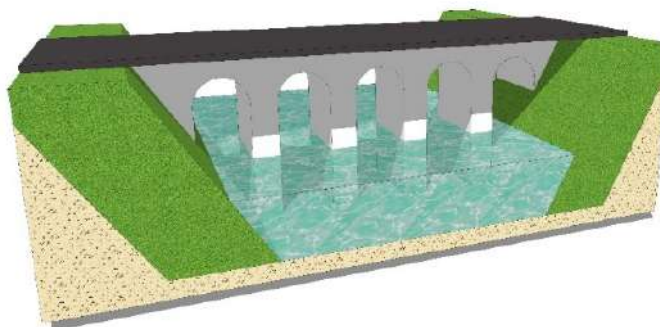
Ils se caractérisent par le fait qu'ils exercent un effort oblique sur les culées tendant à écarter les points d'appui.



Pont en arc
© Guillaume Vermeulen – SDIS 59

Les ponts à voûtes constituent une classe spécifique de la famille des ponts en arc qui a été mise en œuvre de l'Antiquité jusqu'au début du XXe siècle.

Les ponts à voûtes ont été construits essentiellement en pierre, ce qui leur a valu la dénomination usuelle de ponts en maçonnerie. Ils sont souvent cantonnés aux portées faibles.



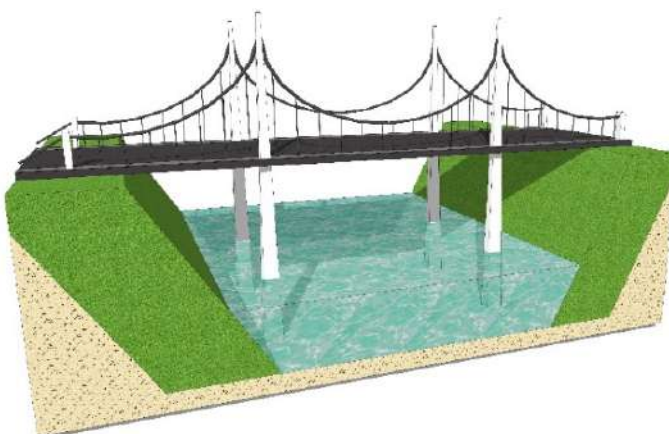
Pont à voûtes
© Guillaume Vermeulen – SDIS 59

Le métal est également utilisé pour certains types de ponts voûtés.

Un pont suspendu est un pont dont le tablier, en acier ou en béton, est fixé à une suspente métallique et à des câbles porteurs posés sur des pylônes.

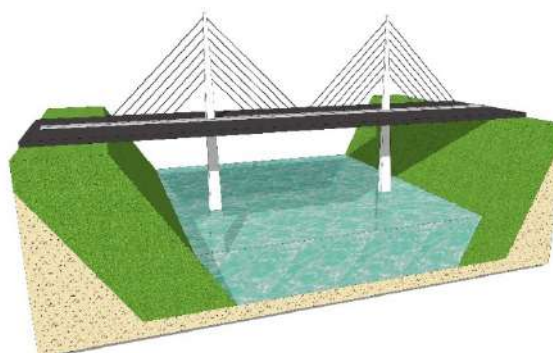
Contrairement à tous les autres ponts, les ponts suspendus exercent une traction horizontale sur leur point d'appui. Un pont suspendu est dit « auto-ancrés » lorsque les câbles sont amarrés sur le tablier.

Pont suspendu © Guillaume Vermeulen – SDIS 59



Un pont suspendu à câbles porteurs, le tablier est suspendu à des câbles porteurs prenant appui sur des pylônes et ancrés dans la terre à chaque extrémité du pont. © Djamel Ferrand – DGSCGC

Les ponts à haubans se présentent sous la forme d'une structure comportant un tablier en acier ou en béton et des organes porteurs : pylônes, en acier ou en béton, travaillant en compression, et câbles inclinés, appelés haubans, travaillant à la traction.



Pont à haubans © Guillaume Vermeulen – SDIS 59

Ils se différencient selon leur nombre de pylônes. On distingue ainsi :

- les ponts à pylônes uniques ;
- les ponts symétriques à trois travées ;

- les ponts à travées haubanées multiples.

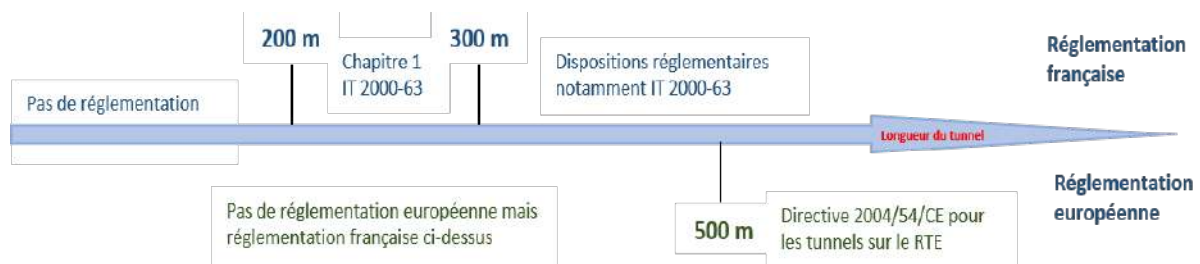
Les ponts permettant de franchir une coupure humide (cours d'eau, estuaire, etc.) sont généralement des structures fixes. Pour des raisons d'exploitation il peut être nécessaire que le pont soit mobile :

- le pont tournant est un pont dont le tablier peut tourner horizontalement pour le présenter dans l'axe de la voie d'eau qu'il franchit et libérer ainsi le passage pour un bateau ;
- le pont basculant est un pont mobile dont le tablier peut se relever par rotation. Il existe différents systèmes permettant au pont de basculer (tablier roulant, pont rotatif, etc.) ;
- le pont levant désigne généralement un pont dont le tablier est mobile et peut être levé à l'horizontale.

1.3.2 Les tunnels.

L'article R118-1-1 du code de la voirie routière désigne un tunnel comme « ... *toute route ou chaussée située sous un ouvrage de couverture qui, quel que soit son mode de construction, crée un espace confiné. Une section de route ou de chaussée située sous un ouvrage de couverture n'est pas un espace confiné dès lors que l'ouvrage de couverture comporte des ouvertures vers l'extérieur dont la surface est égale ou supérieure à 1 m² par voie de circulation et par mètre de chaussée.* ».

La sécurité dans les tunnels a toujours été une préoccupation des acteurs du secours. Les incendies des tunnels du Mont-Blanc (Haute-Savoie) et du Tauern (Autriche) en 1999 ont mis en évidence la nécessité de modifier en profondeur les textes applicables à la sécurité dans les tunnels. Aujourd'hui plusieurs textes législatifs et réglementaires français et européens fixent les procédures et les dispositions techniques à mettre en œuvre pour assurer la sécurité dans les tunnels.



Réglementation applicable en fonction de la longueur du tunnel. © Olivier Péronne – DGSCGC

L'instruction technique relative aux dispositions de sécurité¹¹ (IT) n'est strictement applicable qu'aux tunnels neufs du réseau routier national. Toutefois, constituant le seul référentiel technique existant, elle est généralement appliquée aux tunnels neufs des autres réseaux routiers et prise comme point de référence pour de la mise en sécurité de tunnels existants.

Les différentes réglementations s'appliquent aux tunnels en fonction de leur longueur (200 à 300 m pour l'IT et le code de la voirie routière, 500 m pour la directive européenne). L'IT et la directive européenne comportent en plus des seuils au-delà desquels certaines dispositions additionnelles sont préconisées.

Les exploitants de tunnel sont tenus d'appliquer la réglementation.

Les tunnels transfrontaliers du Mont Blanc, du Fréjus, du Somport et de Tende font l'objet de réglementations spécifiques (bien souvent, c'est la réglementation la plus contraignante qui s'applique, entre la réglementation de chacun des deux pays et la réglementation européenne).

Leurs conditions de construction et d'exploitation sont déterminées par des conventions transfrontalières.

¹¹ Annexe 2 de la circulaire 2000-63 qui a été abrogée mais l'instruction technique a été maintenue en vigueur par la circulaire 2006-20.

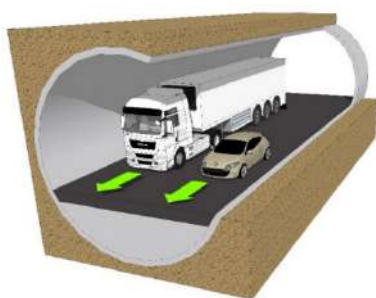


La connaissance des tunnels de son secteur de compétence est un des garants de la réussite opérationnelle.

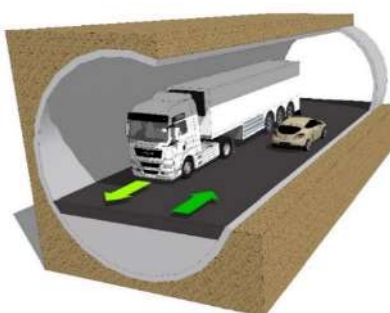
Tous les tunnels ont des caractéristiques communes, à savoir :

- le volume de trafic (tunnel à faible trafic inférieur à 2000 véhicules/jours/voie) ;
- la localisation géographique (urbain ou non urbain) ;
- le génie civil.

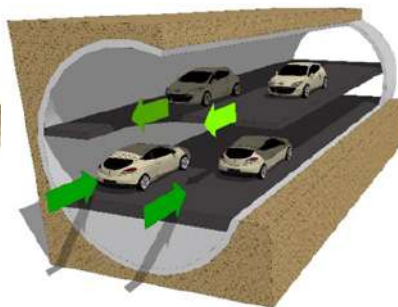
Dans les **tunnels monotube**, la circulation est soit unidirectionnelle soit bidirectionnelle¹².



Tunnel monotube à circulation unidirectionnelle



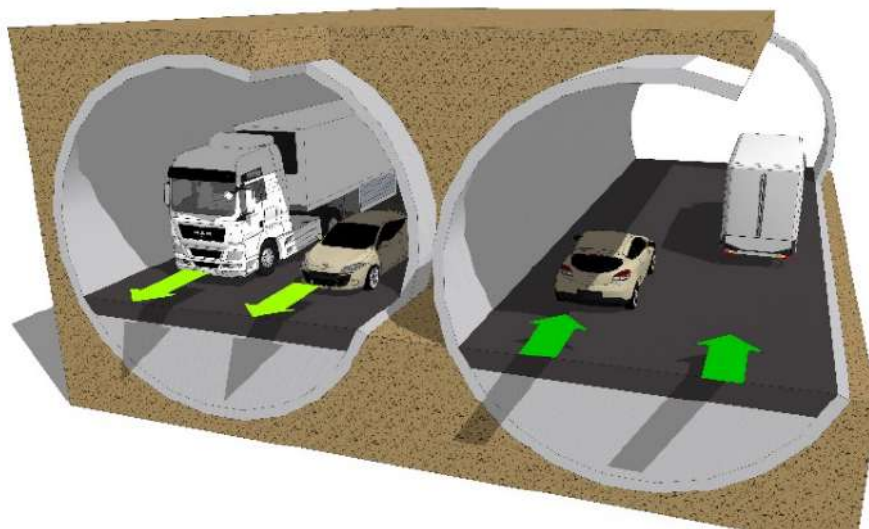
Tunnel monotube à circulation bidirectionnelle



Tunnel monotube à circulation unidirectionnelle superposée.

© Guillaume Vermeulen – SDIS 59

Dans les **tunnels bitube**, la circulation dans chaque tube est unidirectionnelle.



© Guillaume Vermeulen – SDIS 59

Les **tunnels**, dont la longueur est comprise entre 200 et 300 mètres doivent disposer de deux niches de sécurité implantées de préférence à l'extérieur du tunnel, équipées d'un poste d'appel d'urgence (PAU) et d'extincteurs. Si ces tunnels sont urbains, ils doivent disposer à chaque tête d'un point d'alimentation en eau.

¹² Le tunnel Duplex A86 situé entre les départements des Hauts-de-Seine (92) et des Yvelines (78) est un tunnel monotube à circulation unidirectionnelle superposée. Il s'agit d'un tunnel spécifique et unique.

Les **tunnels d'une longueur supérieure à 300 mètres** constituent des ouvrages dont l'exploitation présente des risques particuliers pour la sécurité des personnes. Ils font l'objet d'un classement s'appuyant sur plusieurs caractéristiques parmi lesquelles :

- la longueur du tunnel ;
- le type de construction (tunnel creusé ou tranchée couverte) ;
- le nombre de tubes (monotube ou bitubes) ;
- le nombre de voies par tube ;
- la circulation unidirectionnelle ou bidirectionnelle ;
- la localisation du tunnel (urbain ou non) ;
- le volume de trafic (faible ou non) ;
- le gabarit du tunnel ;
- le degré de permanence et de surveillance exigé ;
- le classement sur l'accord pour le transport international de marchandises dangereuses par route (ADR) appliquée au tunnel.



© Djamel Ferrand - DGSCGC

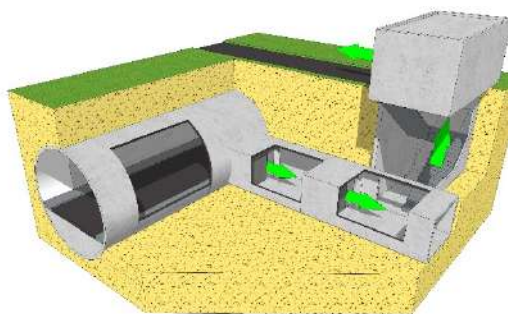
La réglementation impose des exigences de sécurité qui doivent permettre la protection et l'évacuation des usagers et l'intervention des services de secours :

- **des dispositions constructives de génie civil¹³ :**
 - des aménagements pour l'évacuation, la protection des usagers et l'accès des secours. L'interdistance entre ces aménagements varie entre 200 et 400 mètres. Ces aménagements, accessibles aux personnes à mobilité réduite, sont protégés par une porte coupe-feu ;

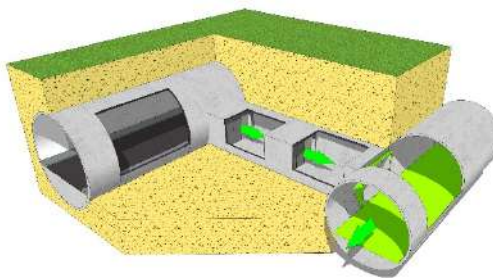


Les portes coupe-feu peuvent être condamnées de l'intérieur par un verrou fusible en raison de la proximité du sinistre.

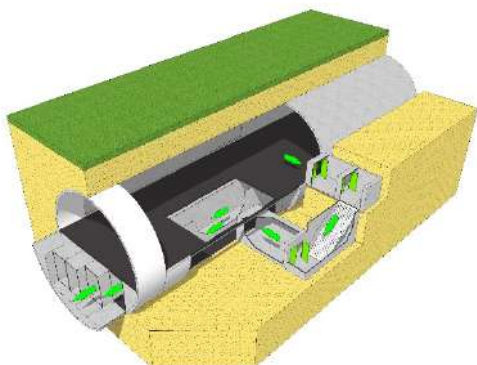
¹³ Pour assurer la sécurité des personnes et des services de secours, la législation prévoit des exigences en matière de réaction au feu des matériaux et de résistance minimale au feu. Ces exigences concernent les matériaux de construction, les revêtements intérieurs et les équipements, y compris leur moyen de fixation dans le tunnel.



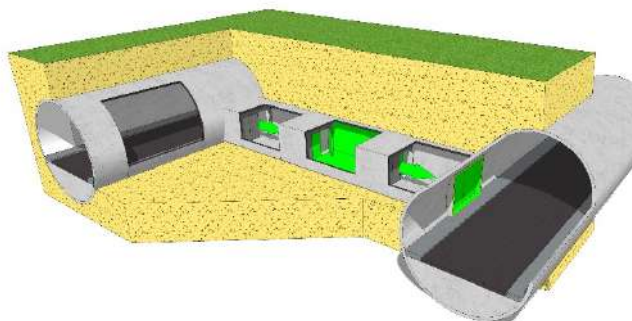
Communication directe avec l'extérieure



Galerie de sécurité



Abri avec cheminement d'accès protégé (ici tunnel du Mont Blanc, cheminement protégé par la gaine de ventilation d'air frais)



Communication entre tube (ici tunnel du Fréjus : abris entre 2 tubes accessibles par un sas)

© Guillaume Vermeulen – SDIS 59

- des niches de sécurité destinées à recevoir divers équipements de sécurité et notamment les postes d'appels d'urgence (PAU) et les extincteurs. Les niches de sécurité, même dans le cas où elles sont munies de portes ne sont pas destinées à protéger les usagers ni les sapeurs-pompiers, des effets d'un incendie. L'interdistance entre deux niches varie entre 150 et 200 mètres ;
- des niches incendie destinées tous les 200 mètres ;
- des bandes d'arrêt d'urgence ;
- des aménagements destinés aux véhicules de secours : passage d'un tube à l'autre, galeries de retournement ;
- des garages ;
- un système d'assainissement pour les tunnels accessibles aux TMD ;
- des aménagements situés aux têtes de tunnels destinés aux véhicules de secours ;

Aire de stationnement pour les véhicules de secours



© Réseau CANOPE

- une hélisurface mise en place pour les tunnels de plus de 3000 mètres dont les accès dans la zone s'avèrent difficiles. Une hélisurface est située à chaque tête si le tunnel est bidirectionnel ;

*Hélisurface exigible sous certaines conditions
dans les tunnels de plus de 3 000 m
© Google Maps*



- des équipements de sécurité ;
- une alimentation électrique : prises électriques pour les services de secours dans les niches de sécurité, alimentation électrique sans coupure pour les équipements de sécurité indispensables, alimentation électrique de puissance : obligatoire si installation de ventilation ;
- un éclairage normal, de sécurité et d'évacuation (plots de jalonnement lumineux) ;
- des aménagements pour l'évacuation et la protection des usagers, permettant une communication avec le poste exploitant ;
- des moyens de lutte contre l'incendie : extincteurs dans les niches de sécurité ; prise d'eau incendie dans les niches incendie¹⁴ ;



La réserve d'eau minimale mise à disposition des secours est de 120 m³.

- une détection incendie en fonction du degré de surveillance et du régime de ventilation à mettre en œuvre en cas d'incendie ;
- une détection automatique des incidents ;
- une signalisation, une signalétique et des dispositifs de fermeture du tunnel ;
- des moyens de retransmission des radiocommunications. L'arrêté du 7 juillet 2021 s'applique aux tunnels routiers urbains nouveaux dont la longueur est supérieure ou égale à 500 mètres et les tunnels routiers non urbains dont la longueur est supérieure ou égale à 800 mètres, à l'exclusion des tunnels à faible trafic ;
- une ventilation sanitaire et de désenfumage.

Dans un tunnel, la ventilation vise à maintenir la qualité de l'air en exploitation normale et à désenfumer le tunnel en cas d'incendie. Le désenfumage a deux objectifs :

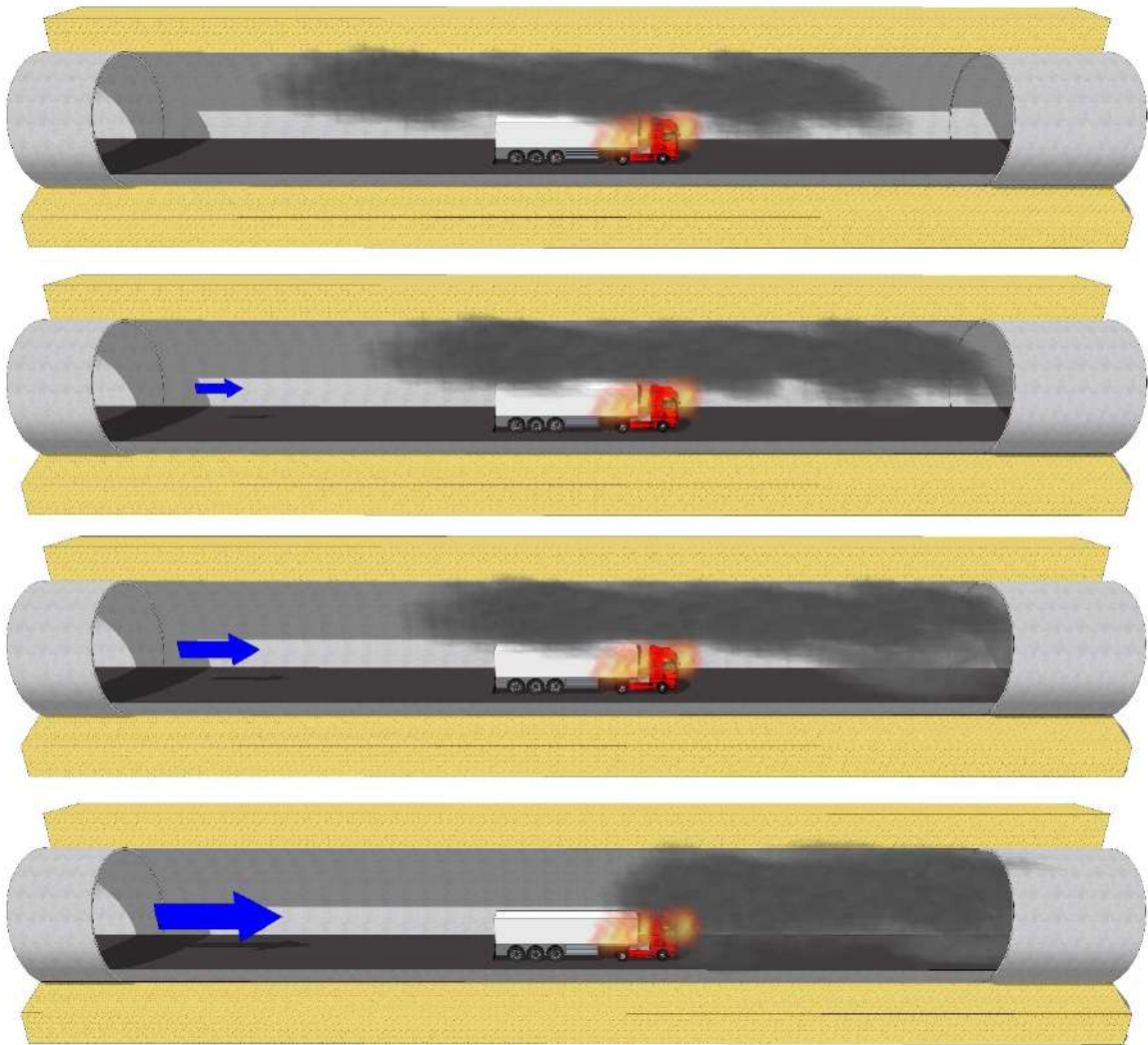
- permettre aux usagers d'assurer leur propre sauvegarde, en leur donnant plus de facilité pour percevoir les issues ou abris mis à leur disposition et s'y rendre ;
- faciliter l'action des secours.

Dans les tunnels, où aucune disposition n'est exigible, il n'est pas rare que la ventilation et le désenfumage soient naturels. Dans ce cas le désenfumage est fonction :

- des effets météo (vent, effets de vallées,...). Le courant d'air naturel varie en permanence ;

¹⁴ A l'exception des tunnels non urbains de moins de 500 m, des bouches ou poteaux d'incendie d'un débit de 60 m³/h et d'une pression de 6 bar sont installés tous les 200 à 250 mètres environ. Deux hydrants doivent pouvoir être utilisés simultanément. Ces hydrants sont placés dans des niches incendie généralement distinctes des niches de sécurité. Les bouches et poteaux d'incendie peuvent être remplacés par une colonne humide avec un débit simultané sur deux prises différentes de 120 m³/h. Des colonnes sèches peuvent être utilisées à condition qu'elles débouchent à l'extérieur à moins de 60 m d'un hydrant.

- des effets des véhicules en mouvement, phénomène plus connu sous le nom de pistonnement (tunnels unidirectionnels).



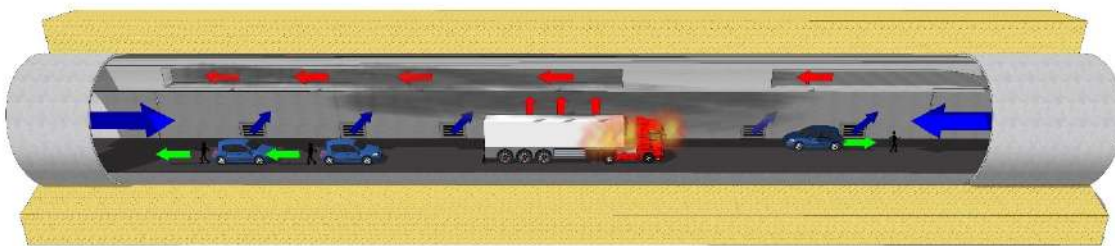
© Guillaume Vermeulen – SDIS 59

Des dispositions permettant d'assurer le désenfumage sont obligatoires au-delà des longueurs de tunnel suivantes :

- 300 m pour un tunnel urbain ;
- 500 m pour un tunnel non urbain qui n'est pas à faible trafic ;
- 1 000 m pour un tunnel à faible trafic ;
- 1 000 m si le trafic est supérieur à 2000 véhicules/jour par voies de circulation pour les tunnels soumis à la directive européenne.

La façon d'assurer le désenfumage dépend du système de ventilation installé. Il existe deux principales familles de systèmes :

- le système de ventilation longitudinale a pour but de créer un courant d'air de même vitesse sur toute la longueur du tunnel, ou sur des tronçons successifs séparés par des dispositifs d'extraction et/ou injection d'air. Ceci est généralement obtenu au moyen de ventilateurs suspendus au plafond. Ce système équipe essentiellement les tunnels unidirectionnels ;



© Guillaume Vermeulen – SDIS 59

- le système de ventilation transversal ou semi-transversal permet d'injecter et/ou d'aspirer de l'air à intervalles réguliers dans le tunnel. La principale différence réside dans le fait que dans le système semi-transversal il n'y a pas d'aspiration en fonctionnement normal et donc pas d'extraction des fumées en cas d'incendie.



Compte tenu de la spécificité de chaque tunnel, il convient, pour les sapeurs-pompiers, d'avoir une bonne connaissance des tunnels sur leur secteur, ainsi que des installations en place et de leur mode de fonctionnement.

- des moyens d'exploitation :**

En fonction des caractéristiques du tunnel et de son trafic, la surveillance est assurée selon quatre degrés¹⁵ qui offrent des qualités de réponse croissantes :

- degré D1 - permanence simple ;
- degré D2 - permanence avec moyen d'action ;
- degré D3 - surveillance humaine non permanente ;
- degré D4 - surveillance humaine permanente.

La surveillance permanente d'un tunnel par des personnels de l'exploitation est obligatoire pour les tunnels urbains de plus de 1000 mètres et pour les tunnels non-urbains de plus de 3000 mètres à trafic non faible. Elle est assurée depuis un poste « exploitant »¹⁶ qui peut être soit un poste de contrôle et de commandement (PCC), soit un centre d'exploitation et de surveillance (CES).



Une surveillance permanente peut s'avérer nécessaire pour des longueurs plus faibles, notamment si le trafic est important ou comporte une forte proportion de poids lourds.

La caractérisation des tunnels développée précédemment s'appuie sur la réglementation française et européenne. Elle n'exclut pas les initiatives locales de caractérisation par les services d'incendie et de secours permettant une lecture opérationnelle rapide d'un ouvrage à partir d'éléments recueillis et analysés au préalable.

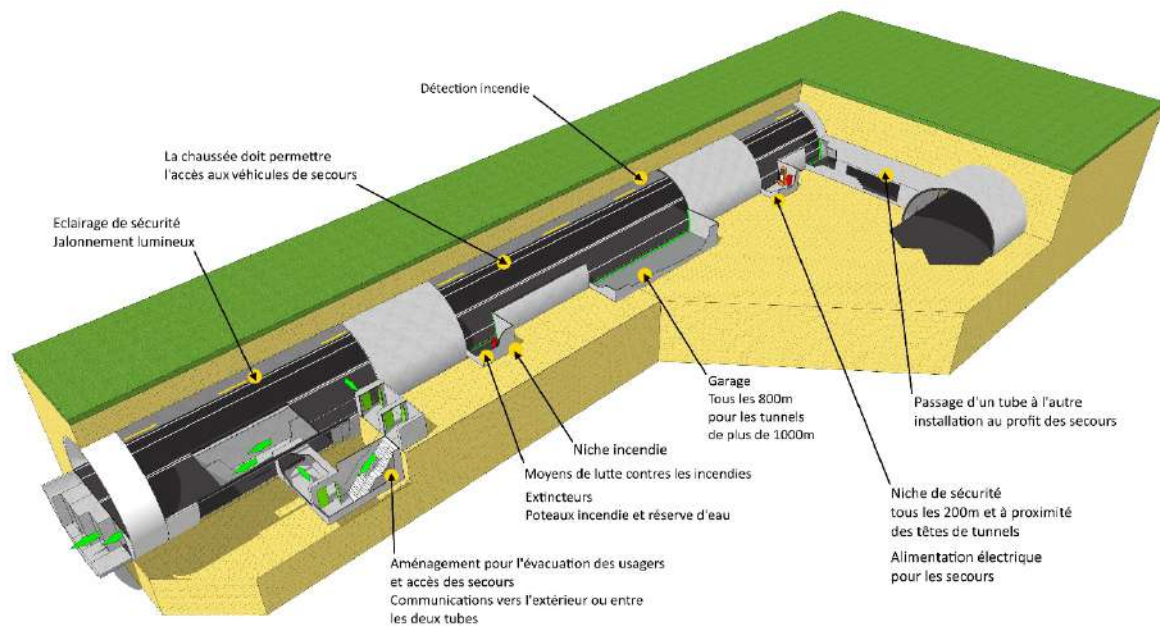
Dans ce cas, les items à considérer, avec une échelle de criticité propre, peuvent inclure au minimum des données sur :

- la population susceptible d'être concernée ;

¹⁵ Ces degrés vont de la simple réception des appels téléphoniques d'urgence et des alarmes à un service de permanence à la surveillance humaine permanente.

¹⁶ Il peut être commun à plusieurs tunnels (exemple du boulevard périphérique parisien).

- la dangerosité au regard d'une atmosphère toxique pour un usager, un travailleur ou un sapeur-pompier devant se mettre en sécurité (prise en compte de la distance à parcourir pour rejoindre une zone sécurisée mais également les conditions d'évacuation depuis cette zone sécurisée (besoin d'assistance pour l'évacuation, cheminement particulier...)) ;
- le contexte opérationnel par la prise en compte des facteurs liés à l'ouvrage et à son environnement (équipement de sécurité, morphologie, localisation, ...) améliorant ou restreignant les possibilités d'actions ou l'efficacité des services de secours ;
- les risques particuliers par la prise en compte de la structure de l'ouvrage (roche, dalle supérieure elle-même support d'une autre structure...) et de la présence de risques particuliers (possibilité de TMD, passage de conduits de transport d'énergie...).



© Guillaume Vermeulen – SDIS 59

1.3.3 Les autres types d'ouvrages d'art.

Les structures en élévation comme les auvents de péage ou les murs anti-bruit, les grands mâts et portiques font partie des ouvrages d'art.



Les murs anti-bruit.
© Djamel Ferrand - DGSCGC

Les accidents sur des ouvrages d'art nécessitent une adaptation opérationnelle particulière. La sécurisation du site doit être renforcée soit :

- parce que l'ouvrage d'art a subi des dommages ;
- parce que les conditions d'intervention deviennent périlleuses (secours dans un véhicule en équilibre sur une rambarde de pont, destruction partielle et menace de chute d'un élément ou d'un ouvrage d'art).



Une expertise particulière peut utilement être mobilisée dans de telles situations, qu'elle provienne des services d'incendie et de secours ou de services extérieurs (ingénieur en pont et chaussée, expert en stabilité, ...).

© Nicolas Lapierre – SDIS 51

1.4 Les véhicules.¹⁷

Un véhicule se définit comme un moyen motorisé ou non dont la finalité première est le transport à titre privé ou dans le cadre d'une activité commerciale ou toute autre activité professionnelle, de personnes, d'animaux, de matériels, de matériaux, de matières dangereuses (TMD), etc.

Il arrive que le transport ne soit pas toujours la finalité en elle-même, c'est notamment le cas des engins agricoles, engins de travaux publics, engins militaires, etc.

Ce guide ne traite que des véhicules à moteur ¹⁸, il exclut :

- les véhicules se déplaçant sur des voies ferrées ;
- les véhicules à traction animale ;
- les engins agricoles, de travaux publics, militaires dès lors qu'ils ne circulent pas sur une infrastructure routière ouverte au public.

L'article R311-1 du code de la route définit les véhicules à moteur. Il différencie plusieurs catégories, regroupant des types de véhicules ayant les mêmes caractéristiques techniques :

- M, véhicules à moteur conçus et construits pour le transport de personnes et ayant au moins quatre roues ;
- N, véhicules à moteur conçus et construits pour le transport de marchandises et ayant au moins quatre roues ;
- O, véhicules remorqués conçus et construits pour le transport de marchandises ou de personnes ainsi que l'hébergement de personnes ;
- L, véhicules à moteur à deux ou trois roues et quadricycles à moteur ;
- T véhicules agricoles ou forestiers (à roues), C (à chenilles), R (véhicules remorqués) et S (machines ou instruments agricoles remorqués).

Cette lettre figure sur le certificat d'immatriculation du véhicule (carte grise) à la rubrique J. Cette catégorisation des véhicules n'est pas utilisée au quotidien par les sapeurs-pompiers.

¹⁷ Les engins de déplacement personnel motorisés (EDPM) font l'objet de l'annexe D.

¹⁸ Article L211-1 du Code des Assurances, issu de la loi Badinter du 5 juillet 1985.

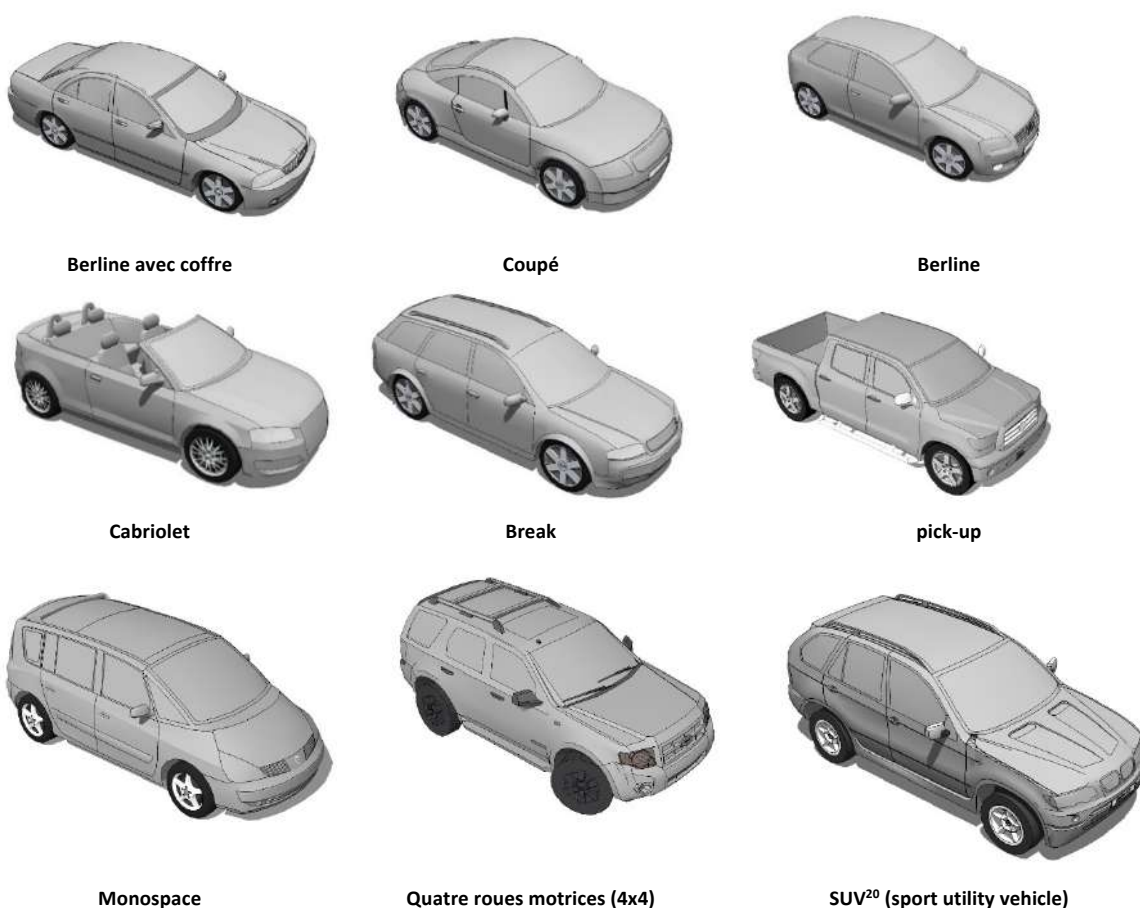
Les sapeurs-pompiers classent les véhicules prioritairement d'après leur poids puis leur utilisation. Il existe ainsi différents types :

- les véhicules légers (VL) ;
- les véhicules utilitaire léger (VUL) ;
- les poids lourds (PL) ;
- les véhicules de transport en commun (VTC) ;
- les cycles ;
- les remorques et caravanes ;
- les engins agricoles et de travaux publics ;
- les engins de déplacement personnel motorisés¹⁹.

1.4.1 Les véhicules légers.

Le terme « véhicule léger » désigne tous les véhicules conçus et construits principalement pour le transport de personnes, ayant au moins quatre roues et un poids total autorisé en charge (PTAC) ne dépassant pas les 3,5 tonnes.

Les véhicules légers sont également classés selon les types de carrosserie en :



© Guillaume Vermeulen – SDIS 59

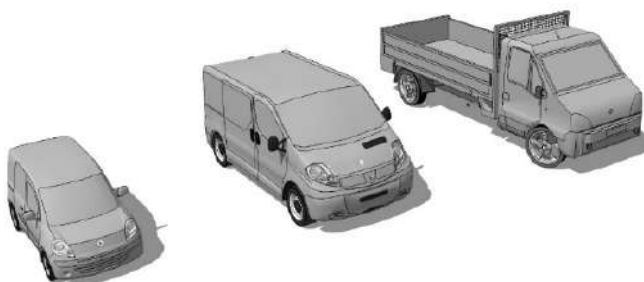
¹⁹ Cf. annexe D.

²⁰ Véhicule utilitaire sport.

1.4.2 Les véhicules utilitaires légers.

L'utilitaire léger est un véhicule de transport commercial ou de personnes dont le PTAC ne dépasse pas 3,5 tonnes.

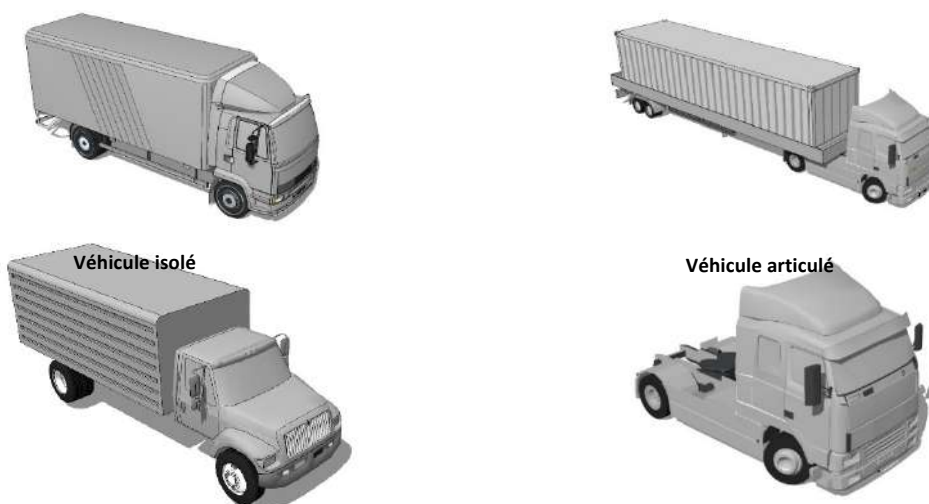
Il peut s'agir de voitures, de fourgons ou de petits camions. Les minibus (9 places dont le conducteur) et les campings car rentrent également dans cette catégorie.



© Guillaume Vermeulen – SDIS 59

1.4.3 Les véhicules poids lourds.

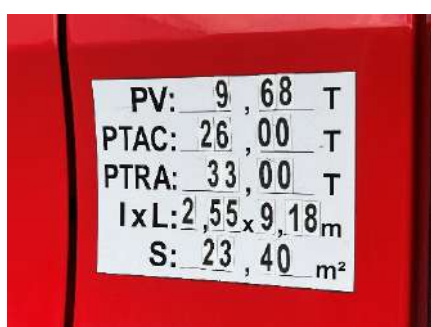
Le poids lourd est un véhicule affecté au transport de marchandises, d'animaux ou de matières dangereuses, son PTAC est supérieur à 3,5 tonnes. Il peut s'agir d'un véhicule seul ou d'un véhicule tractant une ou plusieurs remorques, on parle alors d'un tracteur et d'une remorque, ou d'une semi-remorque. On distingue deux types de cabines pour poids lourds. Les cabines avancées et les semi-avancées²¹.



Véhicule isolé

Véhicule articulé

© Guillaume Vermeulen – SDIS 59



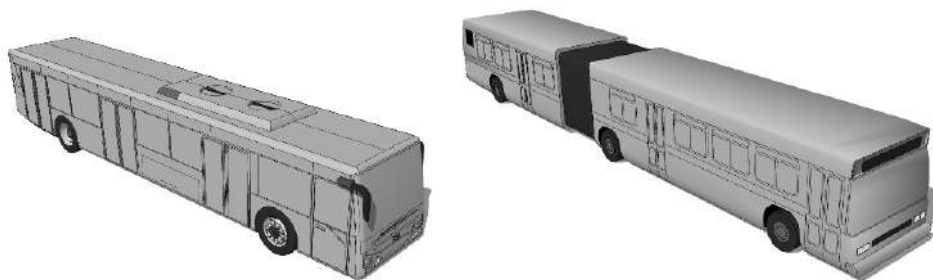
La plaque de tare d'un véhicule poids-lourds peut fournir des informations importantes au COS sur la masse du véhicule et son chargement. © Djamel Ferrand - DGSCGC

1.4.4 Les véhicules de transport en commun.

Les véhicules de transport en commun sont des poids lourds affectés au transport de personnes. Ils sont classés en deux catégories en fonction du type de trajet :

²¹ La terminologie est le fruit de la position du moteur en rapport avec le siège conducteur. Les cabines reculées sont rares sur le réseau routier français.

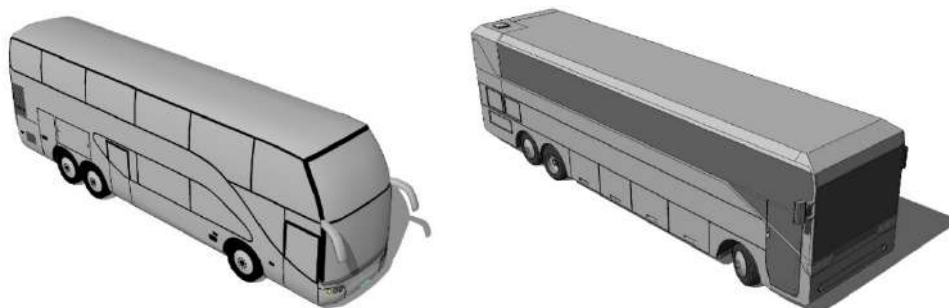
- **L'autobus ou « bus »** est un véhicule affecté au transport de personnes en zone urbaine, la station debout est permise, il peut être articulé et quelquefois à étage. Les bus ne possèdent pas de soutes, des places PMR sont possibles ;



© Guillaume Vermeulen – SDIS 59

- **l'autocar ou « car »** est un véhicule affecté au transport de personnes sur des trajets interurbains, interrégionaux, ou internationaux, la station assise est obligatoire. Il existe des autocars de toutes tailles, articulés ou à étages. On distingue principalement 3 catégories de car en fonction de leurs capacités :
 - le minibus pour des groupes d'environ 20 personnes ;
 - le car grand tourisme classique pour 50 personnes ;
 - l'autocar à double étage pour des groupes jusqu'à 80 personnes.

Les ceintures de sécurité sont obligatoire depuis 2013. Des places PMR sont possibles ainsi qu'une couchette pour le second chauffeur ;

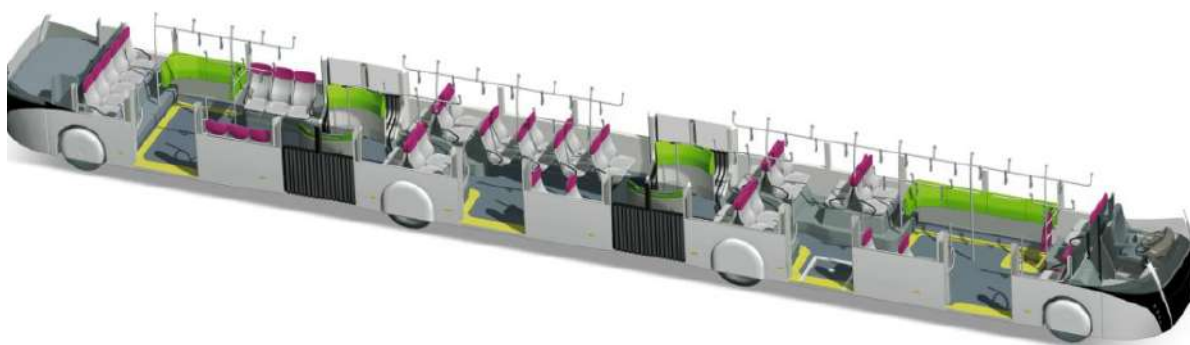


© Guillaume Vermeulen – SDIS 59

- **Les transports collectifs en site propre** : en complément des véhicules de transport en commun présentés ci-avant, on peut identifier les bus à haut niveau de service (BHNS) plus couramment dénommés « Trambus », dont l'objectif est d'améliorer la capacité et la régularité des transports en complément des lignes de bus ou tramways conventionnelles et entrent dans la catégorie des transports collectifs en site propre (TCSP).

Leur mise en œuvre ne nécessite pas de modifications des infrastructures routières, car ces véhicules circulent comme les bus classiques sur des trains roulants équipés de pneumatiques. Cependant, dans certaines villes où ce service de BHNS est proposé, des systèmes avec guidage comme les roues de guidage, guidages à lecture optique (TEOR de Rouen) ou des trams sur pneus (TVR bi-mode à Nancy) existent.

Ces véhicules, ont une vitesse commerciale équivalente à celle du réseau qu'ils empruntent avec une marge de plus ou moins 20 km/h.

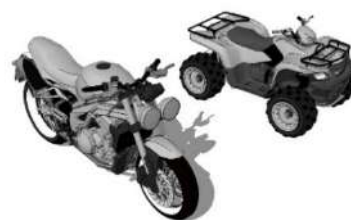


Coupe d'une rame bi-articulée - © Vanhool

1.4.5 Les cycles motorisés.

Les deux roues, les tricycles motorisés, les quads sont des véhicules affectés principalement au transport de personnes.

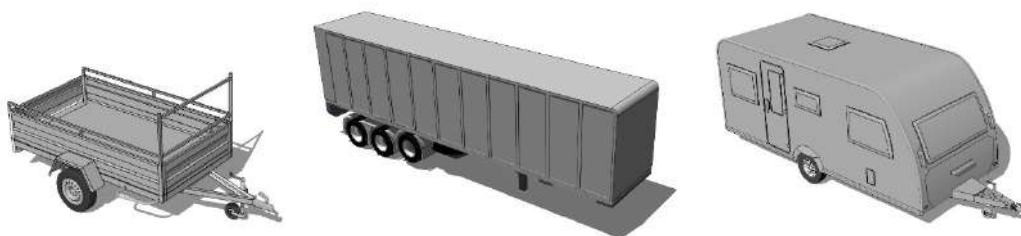
Le classement se fait en tenant compte du nombre de roues et de la cylindrée exprimée en cm^3 .



© Guillaume Vermeulen – SDIS 59

1.4.6 Les remorques et caravanes.

Les remorques servent principalement au transport de marchandises et à l'habitat mobile (caravane).



© Guillaume Vermeulen – SDIS 59

Celles dont le PTAC est supérieur à 500 kg disposent d'une carte grise et d'une immatriculation propres, les autres disposent de la même immatriculation que le véhicule qui la tracte.



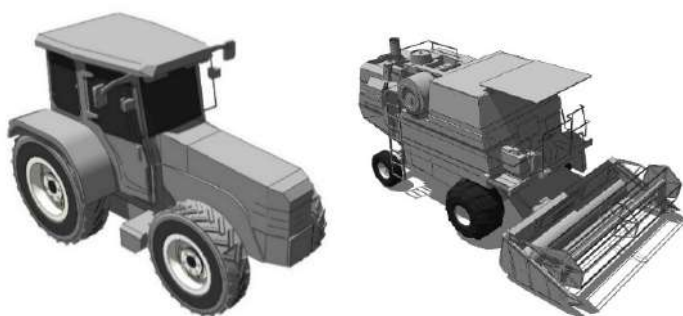
Le poids total autorisé en charge est le poids que ne doit pas dépasser un véhicule pour pouvoir rouler. Ce poids inclut le chargement ainsi que le conducteur et les passagers du véhicule. Cette limite est définie par le constructeur.

1.4.7 Les engins agricoles et de chantier.

Les engins agricoles sont utilisés en agriculture et par extension dans l'élevage animale.

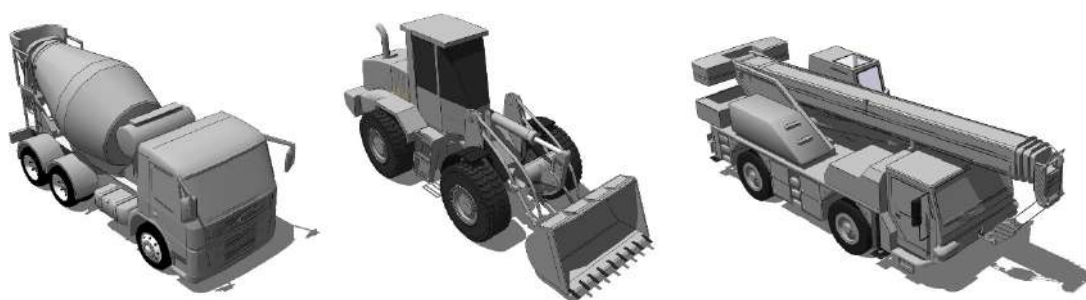
Différents engins agricoles peuvent circuler sur le domaine public.

Leur gabarit est souvent important et leur vitesse de déplacement est limitée mais peut désormais atteindre 60km/h.



© Guillaume Vermeulen – SDIS 59

Les engins de chantier sont utilisés pour effectuer différents travaux de génie civil. Il en existe de différentes sortes.



© Guillaume Vermeulen – SDIS 59

Les moyens présentés ont surtout la particularité d'avoir un flux hydraulique sous pression et un point d'équilibre particulier.

Les engins de chantier regroupent aussi les grues mobiles destinées à lever et transporter des charges lourdes.

1.5 Les installations de recharge en énergie.

Les installations traitées dans ce guide sont les suivantes :

- Distribution de carburants (essence, gazole ou GPLc) ;
- Recharge pour véhicules électriques ;
- Recharge en hydrogène ;
- Recharge en gaz naturel.

1.5.1 Les installations de distribution de carburants.

Les stations-service étaient initialement destinées à fournir de l'essence et du gazole aux automobilistes.

Avec la diversification des modes de carburations, certaines disposent d'installations de recharge pour les véhicules fonctionnant au gaz ou encore à l'électricité.

En plus de leur vocation initiale et en fonction de leur taille, elles peuvent offrir des services nécessaires à l'entretien des véhicules (boutique d'accessoires automobiles, station de gonflage des pneumatiques, petite mécanique et dépannage) ou au confort des usagers (aires de repos, nourriture, etc.).

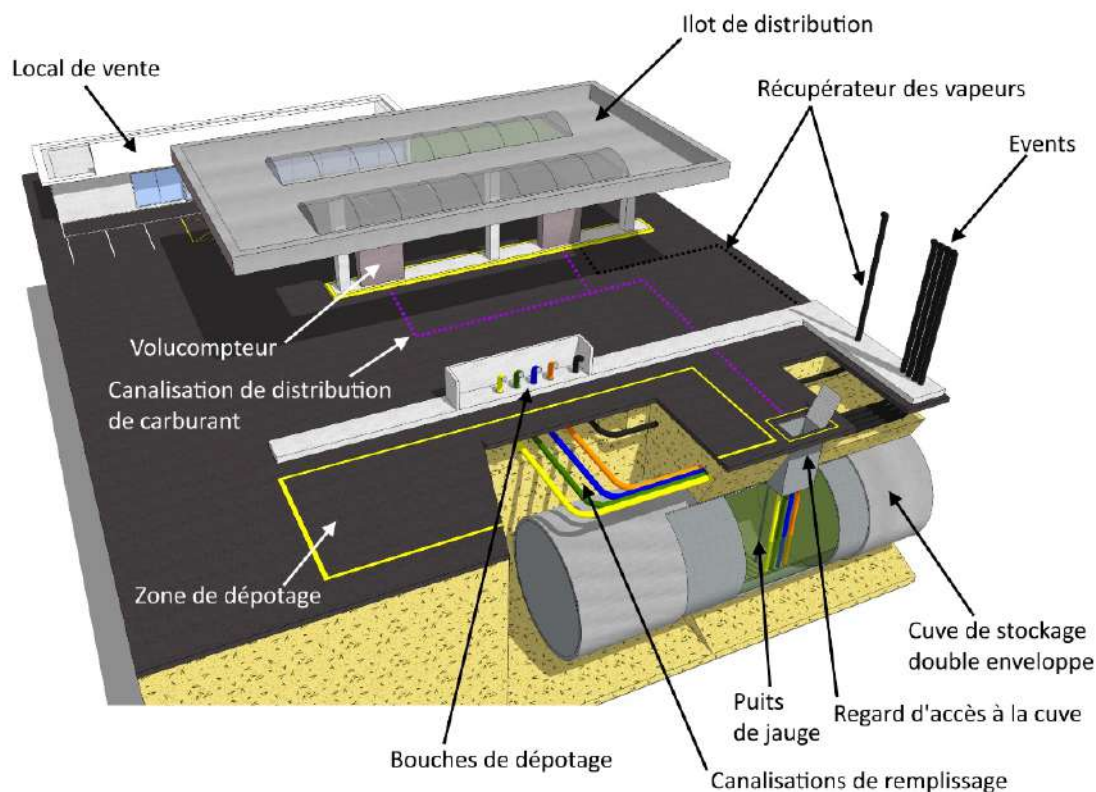


Schéma d'une station-service © Guillaume Vermeulen – SDIS 59

Situées au bord des routes et autoroutes, les stations-service sont également présentes dans :

- les enseignes de la grande distribution ;
- dans des parcs de stationnement couverts ;
- sous des bâtiments à usage d'habitation, à usage commerciaux ;
- des lieux privés (entreprise de transport, grosse exploitation agricole, etc.).

Les stations-services sont soumises à la réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Le classement est fonction du carburant et du volume annuel de carburant liquide distribué.

Elles sont le plus souvent en libre-service avec ou sans surveillance. Elles peuvent être accessibles à tous les usagers de la route ou réservées à une certaine catégorie, c'est notamment le cas du réseau AS 24 dédié aux poids lourds.

Différents dispositifs et équipements de sécurité sont imposés, les principaux sont :

- un système de détection des vapeurs d'hydrocarbures auquel lui sont asservis :
 - une installation de ventilation d'urgence ;
 - un arrêt d'urgence automatique des appareils de distribution ;
- un système d'extinction automatique ;
- un auvent couvrant au moins la totalité de l'aire de distribution.

© Djamel Ferrand - DGSCGC



1.5.2 Les installations de recharge en électricité.

Les infrastructures de recharge pour véhicules électriques (IRVE) regroupent l'ensemble des matériels nécessaires à la recharge du véhicule, à savoir :

- le circuit d'alimentation électrique ;
- la borne de recharge ou point de recharge ;
- un bouton d'arrêt d'urgence dédié ou général (pour plusieurs bornes mais non systématique) ;
- le coffret de pilotage et de gestion des dispositifs utiles à la transmission de données, à la supervision, au contrôle et au paiement.

Il y a deux façons de recharger²² une voiture électrique, soit à domicile, soit sur des bornes publiques ou d'entreprises.

La recharge à domicile constitue la presque totalité des recharges effectuées par les utilisateurs de voiture électrique. La recharge se fait par l'intermédiaire :

- d'une prise domestique avec le câble de recharge adapté au véhicule ;
- d'un coffret mural. Il s'agit d'une borne de recharge qui prend la forme d'un boîtier fixé au mur, relié au tableau électrique par un circuit dédié, pouvant supporter une intensité plus forte qu'un circuit domestique classique.



Recharge par

WallBox © Groupe Renault

Les bornes de recharge publiques se trouvent en général dans des lieux en voirie, dans les parkings publics ou encore près des commerces. Une borne de recharge pour véhicule électrique est alimentée en courant alternatif soit à une tension de 230 volts en monophasé, soit à une tension de 400 volts en triphasé. Il existe deux types de bornes :

- **les bornes à charge lente appelées borne AC pour « alternative current » en anglais** : la batterie du véhicule est chargée via le chargeur embarqué du véhicule et c'est ce dernier qui convertit le courant alternatif du « secteur » en courant continu. La puissance délivrée par ces bornes varie de 3 à 22 kW. Le temps de charge d'une batterie à 80 % de sa capacité varie de 5 à 10 heures ;
- **les bornes à charge rapide appelées DC pour « direct current » en anglais** : le convertisseur se trouve au sein même de la borne et de ce fait la borne charge directement la batterie sans passer par le convertisseur embarqué. Il existe deux « vitesse » de charge :
 - la charge dite à « destination », la puissance délivrée par la borne varie de 24 kW à 50 kW, le temps de charge d'une batterie à 80 % de sa capacité varie de 1 à 2 heures. Ces bornes équipent surtout les lieux publics et collectivités privées ou publiques ;
 - la charge dite en « itinérance », la puissance délivrée par la borne varie de 50 kW à 350 kW, le temps de charge d'une batterie à 80 % de sa capacité varie de 30 à 60 minutes. Ces bornes équipent surtout les stations se trouvant sur les autoroutes ou les stations de forte puissance.

²² <https://www.automobile-propre.com/dossiers/recharge-voitures-electriques/>



Grand Lyon - borne recharge KEYWATT® 24kW - charge à destination © IZIVIA



Borne recharge KEYWATT® 50kW - charge à destination ou en itinérance © IES Synergy

Un superchargeur est une borne de recharge rapide dédiée à l'origine aux véhicules électriques de la marque Tesla.

Les premières bornes ont vu le jour en 2012, au moment de la commercialisation de la Tesla Model S, qui était alors la première voiture grand public du constructeur.

© Tesla



Si le réseau a longtemps été réservé aux propriétaires de Tesla, depuis septembre 2022, toutes les voitures électriques, qu'elles soient de marque Tesla ou non, ont accès aux superchargeurs.

1.5.3 Les installations de recharge en hydrogène.



Station de recharge de bus à l'hydrogène – Auxerre (89) © Djamel Ferrand – DGSCGC

Une station de recharge hydrogène se compose de trois éléments :

- **une aire de stockage de l'hydrogène.**

A l'heure actuelle, en France, l'hydrogène est produit de manière centralisée sur moins d'une dizaine de site. L'approvisionnement des stations en hydrogène s'effectue majoritairement par semi-remorques, la remorque étant dételée du tracteur et laissée à poste pour être connectée à la station.

Il existe actuellement en circulation deux types de semi-remorques :

- les semi-remorques dites ancienne génération :



Semi-remorque transportant des « cigares » d'hydrogène © Air-liquide

Elles sont équipées de bouteilles ou cigares métalliques conditionnés à une pression de 200 bar. Ces semi-remorques ne sont pas équipées d'arrêt d'urgence. La coupure de l'alimentation en gaz ne peut se faire que par la vanne de coupure gaz manuelle située à l'arrière de la remorque.

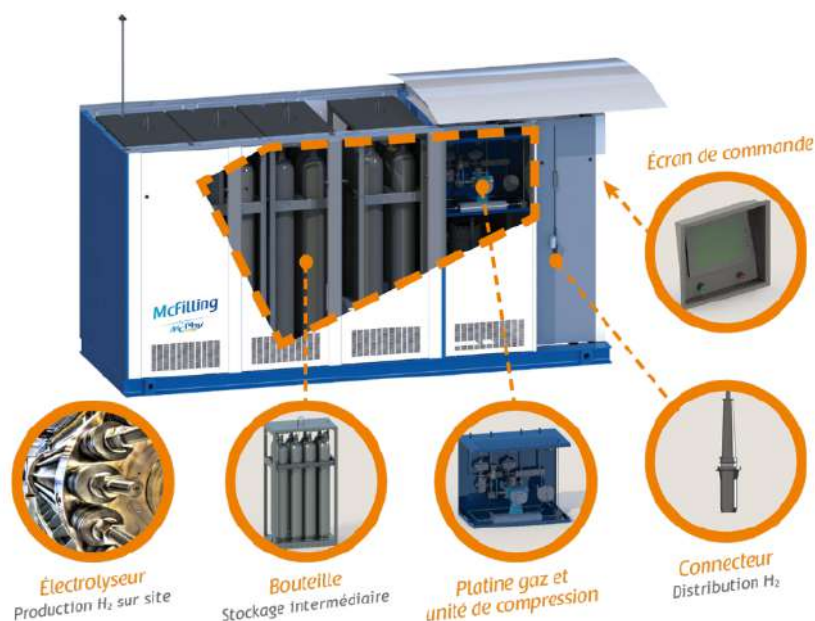
- les semi-remorques dites de nouvelle génération :



Semi-remorque hydrogène nouvelle génération © Air-liquide

Transportant des bouteilles composites de type IV, conditionnées à une pression de 300 bar, ces semi-remorques sont semi-automatisées, c'est-à-dire qu'elles sont équipées d'un bouton d'arrêt d'urgence permettant de fermer automatiquement la vanne d'alimentation en gaz hydrogène en cas d'actionnement.

Les bouteilles sont conditionnées en racks qui forment des sections protégées par au moins un fusible thermique de libération de la pression d'hydrogène en cas de feu généralisé autour de la semi-remorque.



© Source EAS HyMob

Il est à noter que pour certaines stations, l'hydrogène est produit sur place par électrolyse de l'eau.

- **une zone de compression et de stockage tampon :**

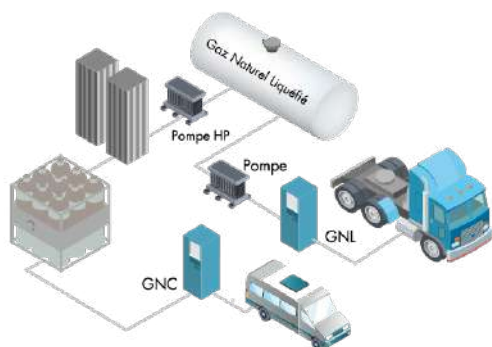
Les différents modèles de véhicules hydrogène disponibles sur le marché sont équipés de réservoirs d'hydrogène de 350 ou 700 bar. Les stations de recharge doivent donc être en mesure de distribuer l'hydrogène à 350 bar et/ou 700 bar. L'hydrogène livré à 200 ou 300 bar est pour cela monté en pression par un compresseur puis stocké dans des cadres de bouteilles tampons appelées "buffer". La pression de stockage est alors d'environ 550 bar pour la moyenne pression ou 975 bar pour la haute pression ;

- **un espace de distribution :**

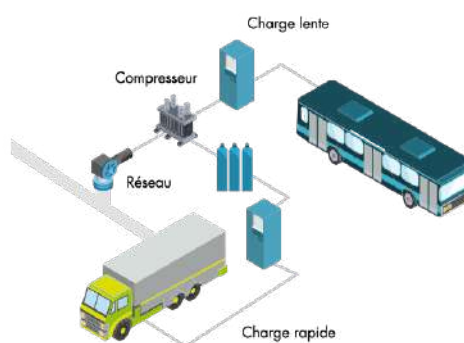
L'espace de distribution est équipé d'un distributeur avec écran de contrôle pour l'utilisateur, d'un flexible et d'un pistolet pour la connexion au véhicule. L'écoulement des charges électro statiques se fait au travers de la dalle devant le distributeur, à l'endroit de stationnement du véhicule pour son remplissage. Ensuite, l'opération consiste à raccorder le pistolet au véhicule. Une fois le raccordement effectué, le remplissage du réservoir est géré par l'automate de la station. L'automate est programmé pour assurer une mise en sécurité automatique du remplissage en cas d'anomalie.

1.5.4 Les installations de recharge en gaz naturel.

GNL-C



GNC



© Proviridis

Il existe trois types de stations :

- les stations ne distribuant que du gaz naturel comprimé (GNC) à partir d'une station de compression raccordée au réseau GRDF ;
- les stations ne distribuant que du gaz naturel liquéfié (GNL) à partir d'un stockage GNL en citerne ;²³
- les stations distribuant du GNL et du GNC à partir d'un stockage GNL en citerne. Une station de compression est alors ajoutée au dispositif précédent. Parfois ces stations ne distribuent que du GNC. On parle parfois de GNL-C pour la partie gaz comprimé obtenue à partir du GNL.

Pour faire le plein des réservoirs en GNC, il existe deux types d'installations :

- les installations de remplissage dit lent, le plus souvent réservées individuellement à un véhicule au sein d'une flotte ;
- les installations de remplissage dit rapide qui peuvent être privées ou ouvertes au public.

Une installation de recharge en GNC est généralement raccordée au réseau national de distribution du gaz. Les installations utilisant le biogaz sont alimentées depuis le site de production, toutefois le raccordement au réseau est préconisé afin de pallier à une insuffisance de la production locale.

Le gaz naturel est acheminé jusqu'à l'installation de recharge par des canalisations en acier ou en polyéthylène, à une pression moyenne de 4 bar

Les installations de recharge en GNC sont composées de différents éléments, parmi lesquels :

- l'unité de compression ;
- l'unité de stockage tampon (uniquement pour les installations de remplissage rapide) ;
- la distribution de GNC.

- **L'unité de compression**

Le gaz provenant du réseau de distribution passe tout d'abord à travers un sécheur afin d'éliminer l'humidité contenu dans le gaz naturel. Ensuite, le gaz séché est comprimé à la pression de remplissage du véhicule (en général 200 bar). Le nombre et la puissance des compresseurs est en rapport avec les besoins du site, variables selon l'étendue des véhicules à alimenter en simultanée ou à la journée, la vitesse de remplissage souhaitée et la présence ou non d'une unité de stockage.

Sur une installation de remplissage rapide, le débit des compresseurs devra permettre de remplir les réservoirs en quelques minutes. Pour un remplissage lent, le compresseur va davantage travailler dans la durée, environ 7 heures de suite, pour un remplissage de nuit des véhicules.

- **L'unité de stockage**

²³ Les installations de recharge en GPL s'apparentent à celle de GNL.



Unité de stockage © Gaz-mobilité

La différence majeure d'architecture entre une installation de remplissage rapide et une de remplissage lent est constituée par la présence d'une unité de stockage dans la première.

Le gaz est conservé dans des bouteilles en acier de 80 litres à une pression comprise entre 220 à 300 bar. Il faut 4 bouteilles pour stocker l'équivalent d'un réservoir d'un véhicule utilitaire léger et une moyenne de 40 bouteilles pour un tracteur poids-lourd. Les bouteilles de stockage sont réparties avec 3 niveaux de pression (basse, moyenne et haute).

- **La distribution de GNC²⁴**

Il s'agit du matériel avec lequel les utilisateurs de véhicules GNC vont pouvoir faire le plein des réservoirs (borne de distribution, distributeur, etc.).

La présentation change selon les fabricants (forme, boutons poussoirs, système de raccordement au connecteur du véhicule, etc.). A noter que l'unité affichée aux volucompteurs est exprimée en kg.



Station GNV ©Afgnv

²⁴ A noter la cohabitation possible entre une station rapide et des stations lentes, ces dernières étant réservées à la recharge de nuit, tandis que l'autre est exploitée pour des besoins en cours de journée.



Installation de remplissage en GNL © Air Liquide

Le GNL est livré dans les installations de recharge en GNL par voie routière. Il est stocké dans des réservoirs cryogéniques en forme de cigare d'une contenance d'environ 80 m³. La pression de stockage est inférieure à 3 bar et la température est de -160 °C.

À cette pression et à cette température, le GNL est inutilisable comme carburant. Avant de pouvoir être délivré à un véhicule, il doit donc être réchauffé à - 130 °C à l'aide d'un réchauffeur ambiant.

Avant chaque distribution et afin de conserver l'intégrité de l'installation, il est nécessaire d'effectuer une mise à froid des équipements en faisant circuler du GNL. Cette opération conduit, par un échange de chaleur, à l'évaporation partielle du GNL utilisé, le gaz retourne dans le réservoir à l'état gazeux.

Ce phénomène, appelé « Boil Off Gas », a pour conséquence une augmentation de la pression à l'intérieur du contenant. Une soupape de décharge permet de libérer le gaz. Cette perte de gaz constitue un risque pour l'environnement.

Des dispositifs techniques peuvent néanmoins minimiser ces contraintes soit en :

- convertissant le GNL à -160 °C en GNL saturé en dehors du réservoir de stockage ;
- éliminant le phénomène d'émission à l'atmosphère en maintenant le réservoir de GNL à température et à pression constante à l'aide d'un échangeur de chaleur fonctionnant à l'azote liquide.



À noter que plus la fréquentation de l'installation de recharge en GNL est importante, moins les phases de refroidissement sont nécessaires et de ce fait plus les rejets dans l'atmosphère sont limités.

2. La conception d'un véhicule à moteur.²⁵

²⁵ Cette partie reprend les grands principes de la conception d'un véhicule. Elle ne remplace pas la consultation des fiches d'aide à la décision, les guides d'interventions d'urgence.

Les avancées technologiques majeures de ces trente dernières années ont largement modifié la configuration des véhicules.

Les systèmes de sécurité active, passive et tertiaire se développent dans l'ensemble des véhicules.

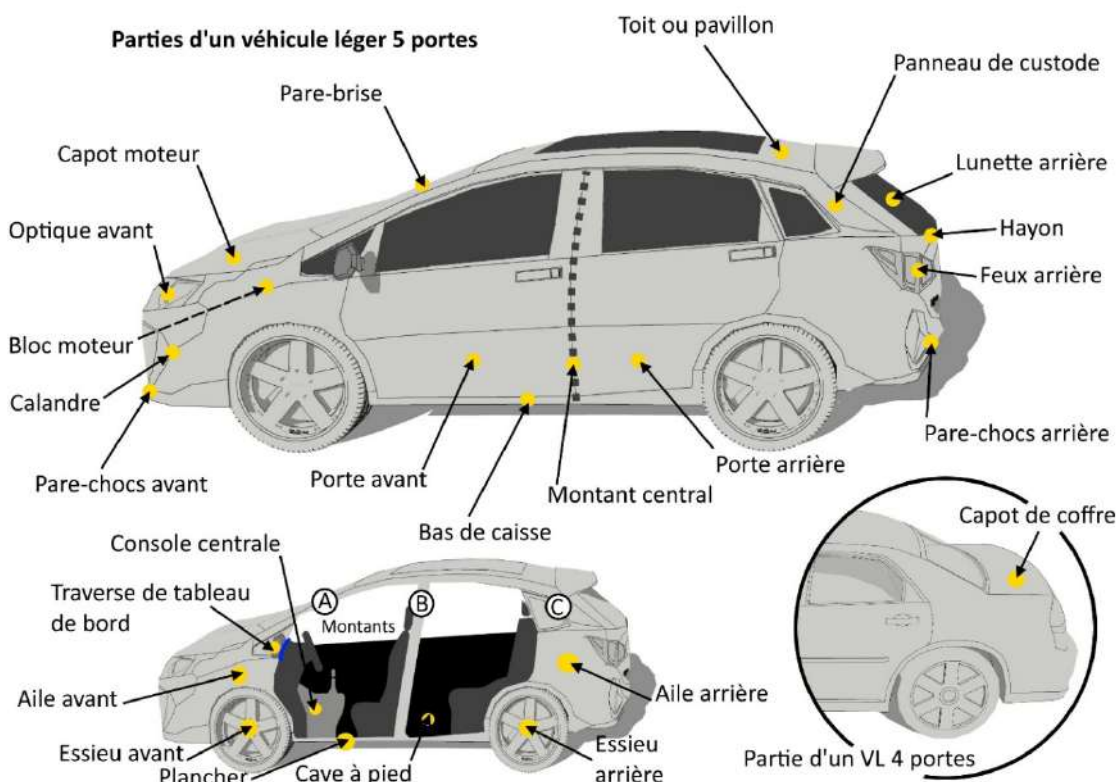
Le principe général de conception d'un véhicule à moteur consiste à placer sur un châssis roulant un groupe motopropulseur²⁶ et tous les accessoires nécessaires à son fonctionnement.

Ces éléments sont contrôlés par le conducteur via des commandes, le plus souvent sous la forme d'un volant de direction et de pédales commandant l'accélération, le freinage et souvent l'embrayage. Un véhicule se compose généralement d'un châssis et d'une carrosserie :

- le châssis est monté généralement sur deux ou quatre roues, dont une ou plusieurs sont directrices, permettant sa mobilité. Il supporte et réunit tous les composants de l'automobile. Des suspensions réalisent quant à elles une liaison élastique entre le châssis et les roues ;
- la carrosserie est généralement fermée et partiellement vitrée. Elle fait partie intégrante de l'habitacle. Elle abrite les occupants et permet leur transport par tout temps. Les cabriolets reçoivent une capote ou un toit escamotable.



Les éléments qui suivent concernent la conception des véhicules légers. Ils peuvent être transposés entièrement ou en partie aux autres véhicules à moteur.



Les différentes parties de la carrosserie portent un nom, il est à noter que le vocabulaire est commun à tous les véhicules.

© Guillaume Vermeulen – SDIS 59

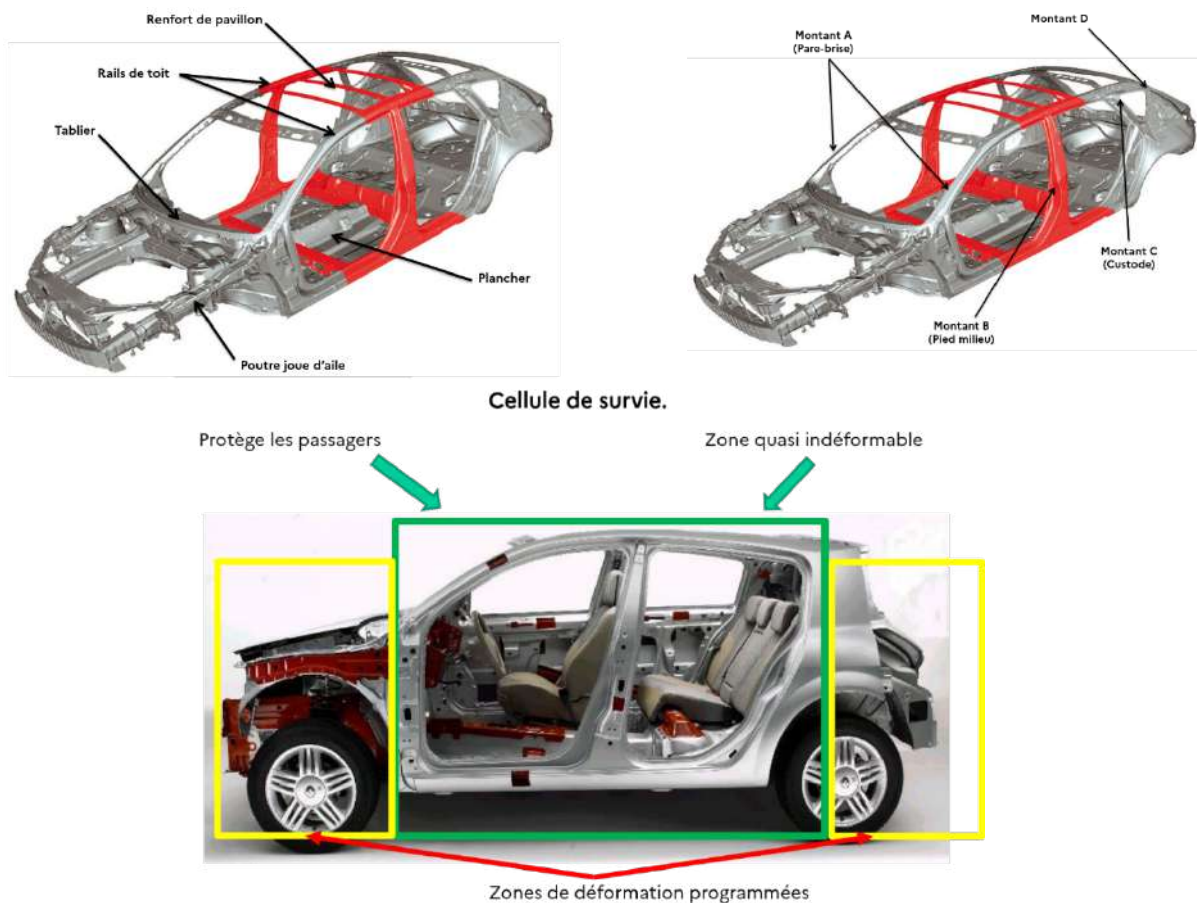
²⁶ Le groupe motopropulseur est la partie d'un véhicule qui génère et distribue la puissance nécessaire pour convertir l'énergie motrice en énergie cinétique.

2.1 La structure d'un véhicule.

2.1.1 La structure d'un véhicule léger.

Les évolutions technologiques en terme de fabrication notamment de l'acier permettent de construire des véhicules avec des matériaux à la fois légers, résistants et déformables. La structure d'un véhicule est scindée en trois zones aux comportements mécaniques différents :

- l'avant et l'arrière sont conçus autour de structures déformables pour jouer le rôle d'amortisseurs et absorber ainsi l'énergie en cas de choc ;
- l'habitacle est conçu pour rester aussi intact que possible grâce à des renforts assurant sa résistance. Ce volume renforcé s'appelle aussi "cellule de survie".



La structure du véhicule est étudiée pour avoir des zones d'absorption d'énergie et une zone quasi indéformable © Renault

La structure d'un véhicule est construite principalement au moyen d'aciers alliés au bore dits HLE (haute limite élastique), THLE (très haute limite élastique) et UHLE (ultra haute limite élastique). Ils présentent une résistance mécanique 7 à 10 fois supérieure à celle d'un acier doux, mais aussi des limites d'élasticité, beaucoup plus élevées.²⁷

²⁷ Le plastique renforcé par fibres de carbone (CFRP) peut également être utilisé pour des pièces structurales de la caisse de certains modèles.

- Ultra High Strength Steel
- Extra High Strength Steel
- Very High Strength Steel
- High Strength Steel
- Mild Steel / Forming Grades
- Aluminium
- Magnesium



Les nouvelles technologies utilisées dans l'industrie automobile demandent une adaptation des techniques de désincarcération.

Par exemple, les aciers nouvelle génération doivent être coupés avec le cœur de l'outil et à faible vitesse

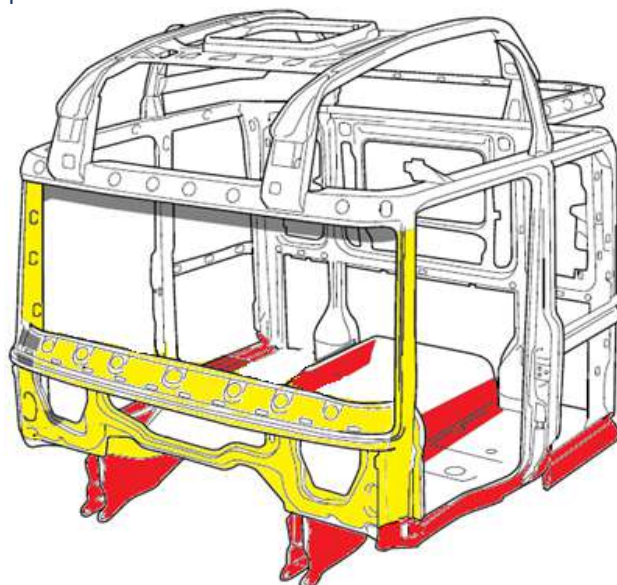


La fiche d'aide à la décision (FAD) du véhicule permet d'identifier l'emplacement des zones renforcées.

2.1.2 La structure d'un véhicule poids lourd.

Les cabines des poids lourds sont constituées d'éléments structurels renforcés. Une zone en forme de H (*partie jaune*) a pour objectif de protéger le conducteur en cas de choc frontal, elle correspond à la traverse du tableau de bord des VL.

Reliée par 4 points de fixations, elle apporte des contraintes lors de la poussée du tableau de bord, il conviendra alors de traiter cette zone si besoin. La partie rouge représente les renforts du plancher.



© Scania

2.1.3 La structure d'un véhicule de transport en commun.

Ces véhicules sont constitués d'une partie haute : l'habitacle, posé sur un châssis. Celui-ci est constitué de longerons et de poutrelles, qui sont constituées d'un maillage de tubes soudés, sur lesquels viennent se fixer un habillage extérieur (tôles et vitrages).

Sous le plancher (partie basse) des autocars dits de voyage, on trouve la soute à bagages, voire une cabine de couchage pour les conducteurs, des toilettes au niveau de la porte centrale.

© SETRA



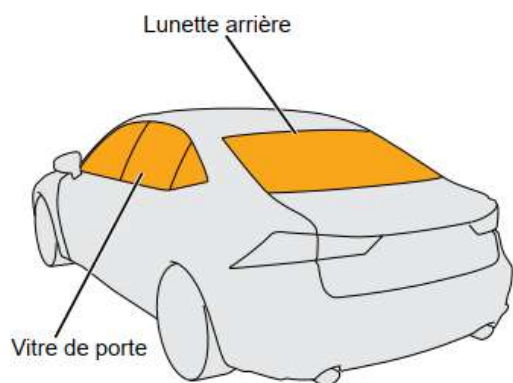
2.2 Les vitrages.

Un véhicule léger comprend environ 4 m² de surface vitrée. Les vitres des véhicules sont généralement constituées de verre trempé et de verre feuilleté et parfois de polycarbonate.

Elles peuvent être traitées afin de répondre à certains critères de sécurité ou de confort, c'est notamment le cas :

- du verre à contrôle solaire (teinté ou athermique) qui offre une protection à la chaleur ;
- du verre hydrophobe qui permet une meilleure visibilité en condition de pluie ;
- du verre électrochrome qui s'opacifie et protège des rayons solaires ;
- du verre à vision tête haute qui permet d'avoir des informations directement projetées sur le pare-brise ;
- du verre « blindé » ou sur lequel un « film plastique » a été apposé, qui offre une protection contre les agressions physiques.

2.2.1 Le verre trempé.



Le verre trempé était le seul verre utilisé pour l'automobile avant l'arrivée du verre feuilleté. Il est trois à cinq fois plus résistant que le verre classique. Aujourd'hui, il est surtout utilisé pour les vitres latérales avant et arrière, les custodes ainsi que la lunette arrière des véhicules.

Le verre trempé est chauffé à une température proche de son point de ramollissement, puis refroidi directement après sa sortie du four grâce à de l'air ou à un bain de liquide. Ce processus de refroidissement abrupt est appelé « la trempe ».

Applications de verre trempé @ TOYOTA

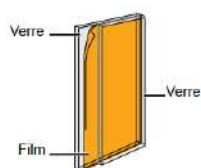
Le verre trempé est alors plus résistant mais aussi moins dangereux que les autres verres. En effet le processus de refroidissement rapide lui permet de se casser en plein de petits morceaux. Cette particularité fait qu'en cas d'accident, le verre trempé présente moins de risques de blessures pour les automobilistes et les intervenants qu'un verre classique.



Applications de verre trempé @ TOYOTA

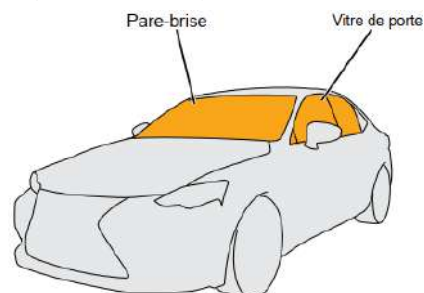
2.2.2 Le verre feuilleté.

Le verre feuilleté est un verre obligatoire pour les pare-brise automobiles. Il est également utilisé pour les toits ouvrant. En raison de ses propriétés acoustiques, son utilisation tend à se généraliser pour l'ensemble des vitres des véhicules.



Le verre feuilleté se compose de deux couches de verre soudées à chaud grâce à une feuille plastique (PVB, polyvinyle de butyral).

Applications de verre feuilleté @ TOYOTA



Cette composition permet au verre de rester littéralement collé à la feuille de plastique en cas de brisure. Les éclats de verre ne sont donc plus un problème pour les occupants du véhicule en cas d'accident. Cependant, il demande des matériels spécifiques pour pouvoir l'enlever ou le découper (scies sabre, manuelle, etc.)

2.2.3 Le marquage.

Conformément au règlement ECE R43²⁸, les vitrages automobiles doivent être marqués de façon « indélébile, visible et lisible » afin de pouvoir identifier correctement les informations.

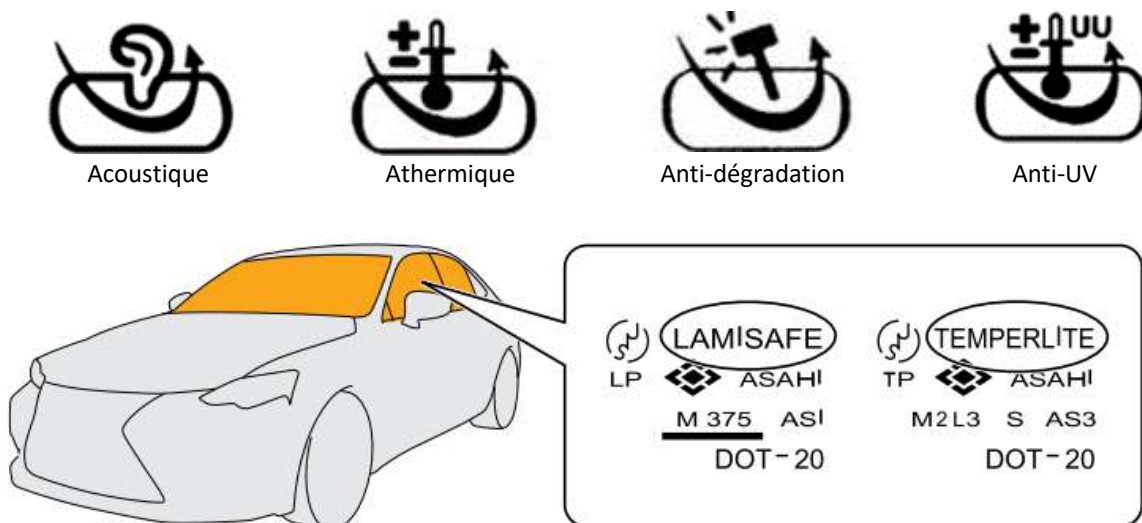
Le marquage sur le pare-brise doit contenir des informations sur le verre et notamment ses caractéristiques (exemple : vitrage feuilleté), le pays d'homologation, la date de fabrication et le sigle certifiant de sa conformité aux normes.

²⁸ Le règlement ECE R43 a été publié en 1981 par la Commission Economique pour l'Europe des Nations Unies à Genève ; il définit les essais à conduire pour tester les vitrages de l'automobile et les comportements admissibles de ces produits.



- 1-La marque du véhicule (exemple : Volkswagen, Citroën, Fiat...).
- 2-Le type de verre (exemple : « Je » correspond à du verre trempé, // à du verre feuilleté). Les mentions « LAMISAFE » et « TEMPERLITE » correspondent respectivement au verre feuilleté et au verre trempé (normes étrangères).
- 3-Le fabricant du verre.
- 4-Le code du pays d'homologation²⁹.
- 5-Le code de fabrication selon des normes étrangères Américaines. Il est possible de trouver un pare-brise avec deux homologations superposées (ECE R 43 pour l'Europe et le numéro DOT (Department Of Transportation) pour les USA).
- 6-Le code d'homologation ECE R 43 et le numéro d'autorisation.
- 7-L'homologation chinoise.
- 8-Le mois et l'année de fabrication (9..... correspond à août 2009)

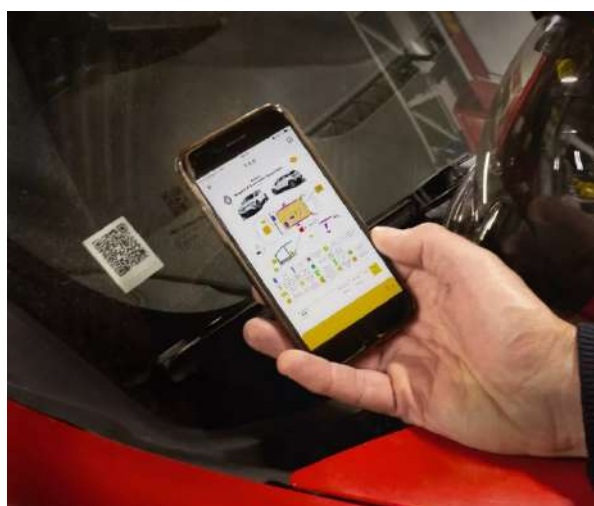
Il est également possible de trouver d'autres informations comme la date de fabrication, le taux de transparence du verre ou encore des pictogrammes sur la propriété des verres :



Exemple de marquage des verres feuilleté et trempé @ TOYOTA

2.2.4 Le QR code.

Plusieurs constructeurs ont développé un système de QR Codes, positionnés à divers endroits du véhicule (vitres, trappe de carburant) permettant de récupérer la FAD du véhicule, par smartphone ou tablette numérique.



© Renault

²⁹ Exemples de codes d'homologation pour chaque pays (attention le pays d'homologation peut différer du pays de fabrication) : (E1) Allemagne, (E6) Belgique, (E9) Espagne, (E11) Royaume-Uni, (E2) France, (E3) Italie, (E4) Pays bas.

2.3 Les éléments de sécurité.

La recherche de la sécurité des occupants ou des passagers des véhicules est une des priorités des constructeurs de véhicules et des pouvoirs publics.

Les éléments contribuant à la sécurité sont classés en trois types en fonction des effets recherchés.

2.3.1 Les éléments de sécurité active.

Les éléments de sécurité active, ou primaire, d'un véhicule sont les équipements qui interviennent sur le comportement du véhicule pour éviter les accidents ou en réduire la gravité.

Les plus courants sont détaillés ci-après :

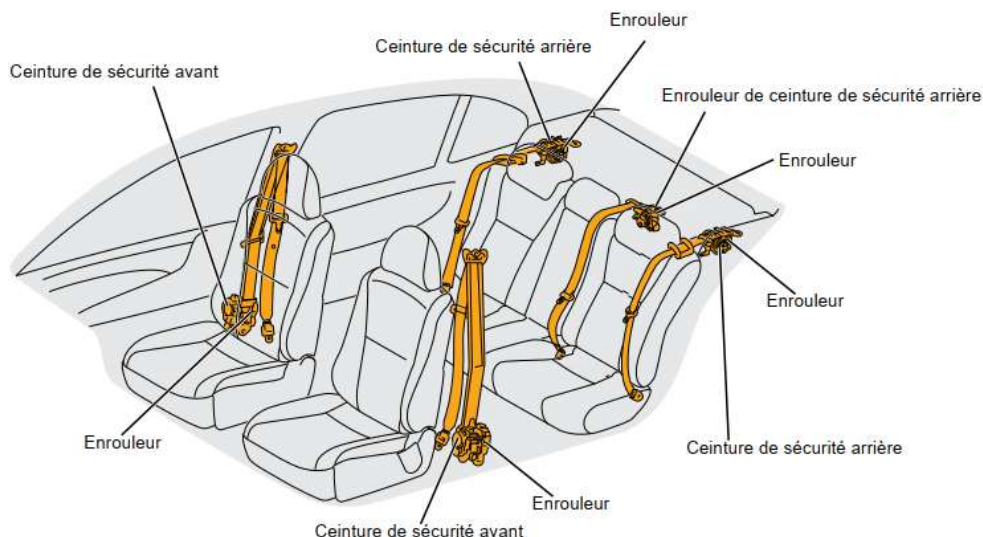
- **l'ABS (anti blocage system)** est un système qui agit sur les freins. Il détecte le moindre blocage d'une roue et réduit alors instantanément la pression de freinage sur celle-ci. En effet, une roue bloquée réduit la possibilité de diriger la voiture, au point qu'une voiture ayant ses deux roues avant bloquées est totalement incontrôlable. L'ABS à lui seul ne réduit pas la distance de freinage ;
- **l'AFU (aide au freinage d'urgence)** ou amplificateur de freinage, est un système qui augmente l'efficacité des freins à leur maximum (jusqu'au déclenchement de l'ABS) et souvent, déclenche aussi un clignotement des feux de détresse. Il contribue à réduire la distance de freinage ;
- **l'AEB (automatic emergency braking)** ou freinage automatique d'urgence, est un système qui freine en lieu et place du conducteur lorsque la collision est imminente et que celui-ci n'a pas réagi ;
- **l'ESP (contrôle électronique de trajectoire)** détecte et corrige la trajectoire du véhicule en virage si une amorce de dérapage survient. Ce dispositif n'intervient pas sur la direction mais sur les freins des roues. En freinant légèrement une roue, pendant un temps très court, l'ESP peut rectifier la trajectoire du véhicule ;
- **l'AFIL (alerte de franchissement involontaire de ligne)** prévient d'une sortie de voie involontaire. Ce système analyse les marquages au sol et s'il détecte un écart alors que cela ne semble pas être l'intention du conducteur (parce qu'il n'a pas activé les clignotants), un signal sonore et lumineux retentit. Il peut être complété d'une vibration du volant ou du siège du conducteur ;
- **le régulateur de vitesse** maintient une vitesse constante sans agir sur la pédale d'accélérateur. Il est dit « intelligent » lorsque le système assure une vitesse constante et régule la vitesse selon la distance de sécurité ;
- **le limiteur de vitesse** permet de ne pas dépasser la vitesse choisie par le conducteur.
- **le contrôle des angles morts** signale au conducteur par un logo dans son rétroviseur et par un signal sonore, lorsqu'un véhicule dépasse l'usager ou qu'il se situe à côté.

2.3.2 Les éléments de sécurité passive.

La sécurité passive, ou secondaire, est définie comme l'ensemble des éléments qui permettent, lors d'un accident, de protéger les occupants du véhicule et leur éviter d'être blessés ou de réduire la gravité de leurs blessures.

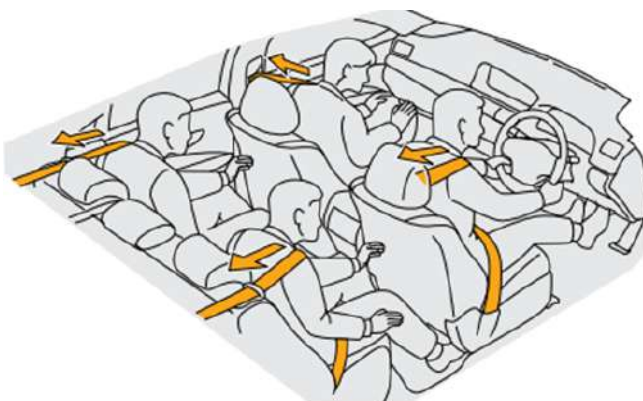
- **la ceinture de sécurité obligatoire** pour tous les passagers, elle évite aux occupants d'être éjectés de la voiture ou de heurter l'habitacle.

La plupart des voitures modernes sont équipées de prétensionneurs de ceintures avec ou sans limiteur d'effort. Ces dispositifs rétractent la ceinture et ont pour objectif de réduire l'espace mort entre la ceinture et l'occupant afin d'éviter les lésions thoraciques.



Prétensionneur de ceinture © Toyota

Les prétensionneurs limitent et réduisent ainsi les blessures liées aux heurts avec les équipements intérieurs du véhicule. Sur certains véhicules, ils s'activent également en cas de collision latérale.



Prétensionneurs de ceintures
@ TOYOTA

Un mécanisme prétensionneur est intégré à l'enrouleur de chacune des ceintures de sécurité « avant » et dans certains modèles « arrière ». Il peut également être intégré à la boucle de fixation de la ceinture sur la caisse du véhicule.

Un signal de déclenchement est envoyé au générateur de gaz du mécanisme prétensionneur lorsqu'un capteur d'airbag détecte un choc important ou que le seuil de décélération fixé est dépassé (choc, freinage brusque, etc.). La pression du gaz libéré fait tourner le pignon qui rétracte la ceinture de sécurité.



Se rapporter à la fiche d'aide à la décision (FAD) du véhicule pour connaître l'emplacement des prétensionneurs de ceintures de sécurité.

Le limiteur d'effort est, quant à lui, un dispositif mécanique qui permet de relâcher la pression de la ceinture de sécurité lors de chocs violents, toujours dans un but de limiter les blessures pour les occupants.

- **l'airbag** (de l'anglais, littéralement « sac d'air ») est un coussin gonflable de sécurité dans lequel de l'air ou un autre gaz est très rapidement injecté pour le gonfler et ainsi amortir un choc pour les occupants. Le gaz provient de générateurs dits « pyrotechniques » ou à gaz froid. Dans le premier cas, à son déploiement, il produit de la chaleur, libère de la fumée (ce qui n'est pas le signe d'un départ d'incendie) et génère un bruit de détonation.

Le déploiement de l'airbag, peut provoquer des blessures à la surface de la peau.

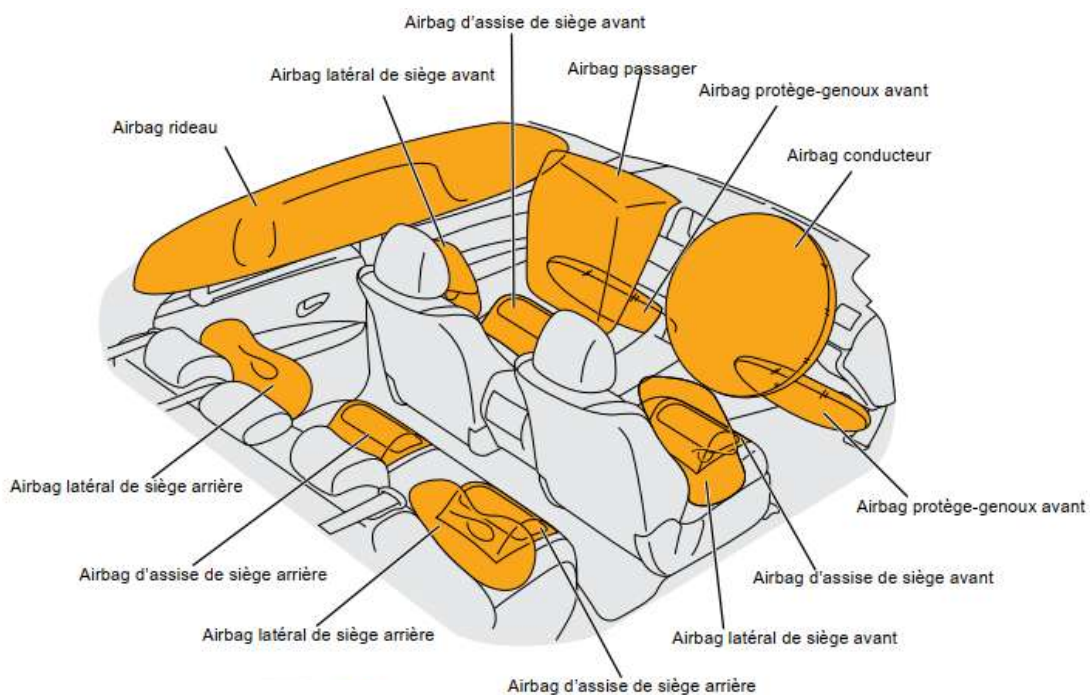
La plupart des voitures modernes est dotée de deux airbags frontaux et deux airbags latéraux, pour les places avant et de deux airbags rideaux. Les airbags dit « farside » commencent à apparaître entre les deux places avant.³⁰

Lors d'un accident, l'airbag - qui se gonfle en moins de 30 millisecondes – sert à accompagner l'action de la ceinture de sécurité durant la phase finale d'amortissement du choc. Son objectif est de protéger la tête et le thorax des occupants.

L'airbag est donc un équipement de sécurité passive qui vient compléter le travail de la ceinture de sécurité (ratio 80% ceinture / 20% airbag), et comme tous les systèmes de sécurité passive, il ne doit pas se déclencher en dehors d'un accident.



Les airbags peuvent se déclencher à partir d'une vitesse d'impact égale ou supérieure 25 km/h, selon le type de choc.



Airbag (véhicule conduite à droite) © TOYOTA

- **le système « airbag »** est composé du calculateur appelé ECU pour *electronic control unit* (unité de contrôle électronique), des capteurs de choc répartis dans le véhicule, des prétensionneurs de ceinture, et des générateurs de gaz.

A partir du moment où le contact est mis (= moteur prêt à démarrer), l'ECU - alors alimenté par la batterie 12 V- est le seul composant commandant le déclenchement des prétensionneurs et des airbags.

³⁰ La réglementation, les évolutions technologiques, l'année de production du véhicule et quelquefois le degré de finition du modèle vont déterminer le nombre et le type d'airbags que l'on va trouver dans le véhicule.



Couper le contact ou débrancher la batterie 12 V du véhicule rend le système « airbag » inerte.

L'ECU contrôle en permanence les informations fournies par les capteurs. C'est uniquement lorsque deux capteurs envoient simultanément un signal de type « crash », qu'il donne l'ordre de déclencher les éléments de sécurité appropriés.

Ce déclenchement se fait via l'envoi d'un courant sur les fils électriques du générateur de gaz concerné.



Si la batterie n'a pas été débranchée, le fait de couper un faisceau de câbles électriques comprenant les fils d'alimentation d'un générateur de gaz, peut provoquer son déclenchement, par un phénomène de court-circuit électrique.

Il est à noter que dans le cas d'un feu de véhicule, les générateurs de gaz disposent d'une sécurité intrinsèque entraînant leur déclenchement sécurisé autour de 180- 220°C.

La conception des voitures intègre de plus en plus des dispositifs pour protéger aussi les usagers extérieurs. A ce titre, certains constructeurs automobiles utilisent un airbag piéton qui surgit du compartiment moteur, à la base extérieure du pare-brise et permet de réduire le choc de la tête du piéton sur le pare-brise ou ses montants.

Un airbag moto se présente sous la forme d'un blouson ou d'un gilet de moto, Il est équipé d'un coussin gonflable, d'une cartouche de gaz sous pression et d'un déclencheur.

Ce système protège les zones vitales du corps (colonne vertébrale, cage thoracique et abdomen) qui ne sont pas ou peu protégées avec un simple blouson.

Au moment du gonflage, en cas de chute ou de collision, il enveloppe le dos, la nuque et l'abdomen, des cervicales aux lombaires.

En amortissant les chocs beaucoup plus efficacement et largement qu'une protection dorsale ou ventrale, l'airbag diminue les risques de traumatismes liés à l'impact, ainsi que les lésions et les blessures internes.

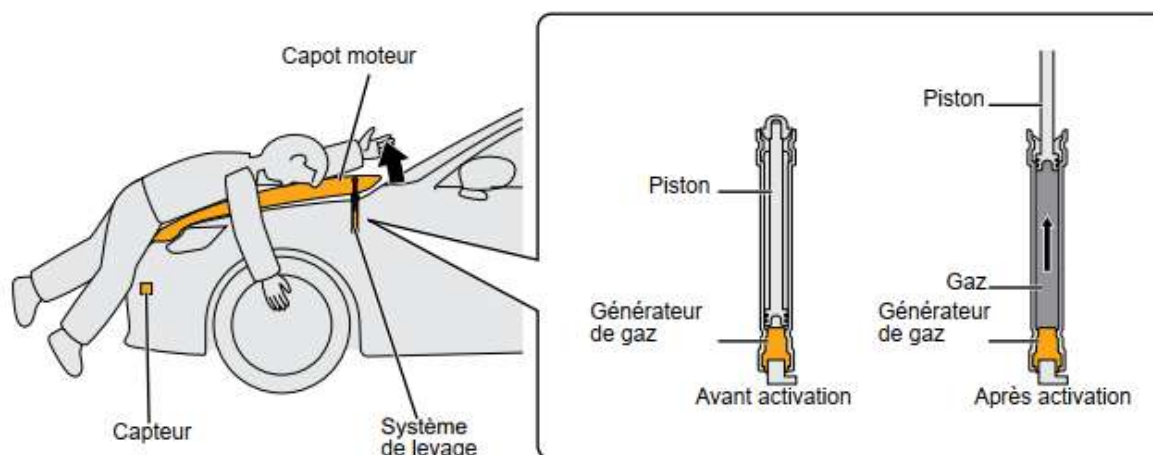
Déclenchement d'un airbag pour motard © Thibault Meynie – BMPPM

Contrairement à l'airbag automobile, l'airbag moto reste en pression une dizaine de secondes³¹, et se dégonfle ensuite progressivement.

- **le capot actif** se relève en partie en arrière (côté pare-brise) afin de créer un dégagement avec le compartiment moteur et ainsi limiter la gravité des blessures au niveau de la tête. C'est un dispositif différent de l'airbag piéton.



³¹ Pour tenir compte du fait qu'une glissade peut durer assez longtemps.



Capot actif © TOYOTA

- **l'appui-tête** évite, lors d'un choc arrière, que la tête ne parte violemment en arrière et lors d'un choc avant que la tête ne revienne brutalement en arrière s'il n'y a pas l'appui-tête pour la retenir. C'est ce qu'on appelle le "coup du lapin".

D'autres équipements de sécurité passive peuvent se trouver dans certains véhicules : sièges (qui se redressent lors d'un choc) ; les arceaux (*roll over pullout system* (ROPS), qui peuvent se déployer (cabriolets). Ou encore des équipements qui évitent les incendies liés au carburant ou à l'électricité (vannes, coupe-circuit).

2.3.3 Les éléments de sécurité tertiaire.

La sécurité tertiaire, ou post-accident et incendie, est définie comme l'ensemble des éléments visant à aider les sauveteurs, secourir les victimes et combattre les incendies de véhicules, de façon sécuritaire, efficace et opportune.

- **l'eCall (emergency call)** est un système d'alerte des secours intégré sur les véhicules. Il fonctionne soit par un déclenchement automatique, sur ordre de l'ECU airbag, soit par un déclenchement manuel par appui sur le bouton « SOS » par un occupant du véhicule.

L'activation de l'eCall entraîne un appel vocal, via une carte SIM, à un centre de réception des alertes, public ou privé, et l'envoi d'un MSD (*minimum set of data*) définie par la réglementation européenne³² :

- le type de l'appel automatique ou manuel ;
- la date et l'heure de l'appel ;
- le numéro VIN d'identification du véhicule ;
- le type d'énergie équipant le véhicule (essence / diesel / GNC / GPL / électrique / hydrogène / autre) ;
- la localisation du véhicule (point GPS) ;
- la direction du véhicule en degrés ;
- les 2 dernières positions N-1 et N-2 (afin de permettre de connaître le sens de roulage)

Des informations supplémentaires (facultatives) peuvent également être transmises par les constructeurs souhaitant valoriser leurs véhicules à travers les protocoles de l'EuroNCAP comme le nombre de personnes dans le véhicule, selon le nombre de ceintures utilisées ;

Il existe deux types d'eCall : l'eCall TPS et l'eCall 112 :

- Le plus ancien, *l'eCall TPS (third party services)* est un service payant proposé par certaines marques automobiles, permettant aux occupants du véhicule de rentrer en contact avec un opérateur d'une

³² Données obligatoires depuis 2020.

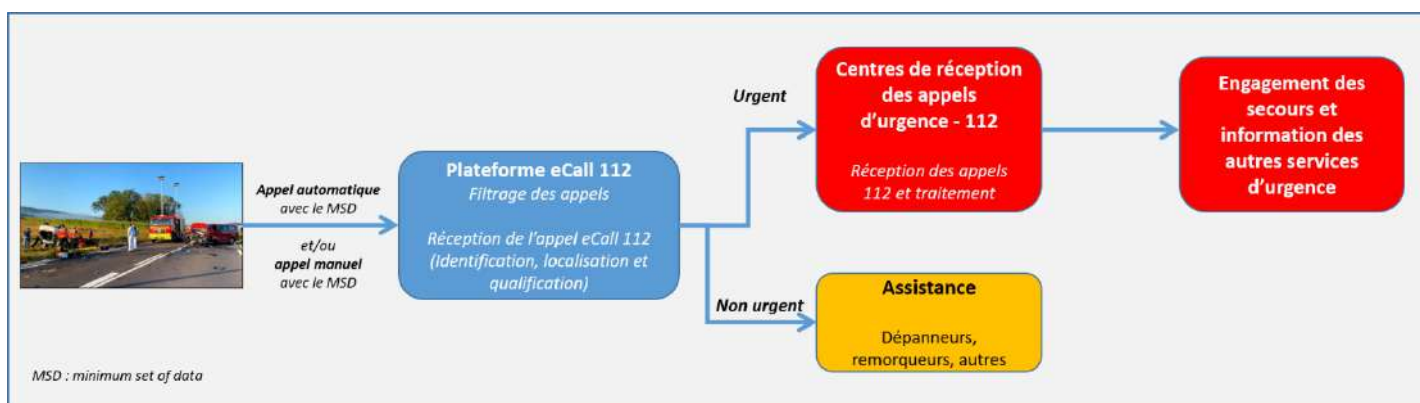
plateforme de réception d'appels, aussi bien en cas de panne, d'accident ou pour tout autres services payants proposés.

En cas d'accident, l'opérateur a la responsabilité de contacter le centre de traitement des appels d'urgence territorialement compétent.

- *L'eCall 112* est obligatoire sur les nouveaux modèles de véhicules légers particuliers ou utilitaires homologués après le 31 mars 2018.

La réglementation européenne prévoit que la réception de l'eCall 112 se fasse par le service traitant le numéro 112 de la zone du déclenchement.

En France, l'Etat a habilité, par la voie d'une convention, le groupement d'intérêt économique de l'Union des Assisteurs, à exercer l'activité de centre de traitement des eCall 112. Son rôle consiste à identifier les appels relevant de l'urgence et à les transférer avec leurs données associées au centre de réception des appels 112 territorialement compétent (PSAP³³ 112).



Le PSAP eCall (centre de réception des appels d'urgence) reçoit du véhicule un ensemble minimal de données (MSD – minimum set of data).



© Christophe Perdrisot – DGSCGC

- **un QR code spécifique dédié aux secours** : étiquette apposée sur le véhicule, permettant un accès immédiat à la FAD du véhicule (*RescueCode* de Désincarc, le *QRescue* Renault et le *QRescue* Dacia de Renault Group ou la *RescueCard* de Mercedes) ;
- **un dispositif d'aide à l'extinction d'une batterie haute tension** : en cas de propagation du feu à la batterie haute tension, une trappe (ex : *fireman access* de Renault Group) permet aux sapeurs-pompiers d'obtenir une extinction rapide et définitive de la batterie par refroidissement direct des cellules ;
- **une étiquette indiquant le mode d'isolement de l'énergie³⁴** : cette étiquette spécifique située à proximité ou sur l'organe dédié à la mise en sécurité de l'énergie embarquée dans les véhicules

³³ Public Safety Answering Point

³⁴ Cette étiquette valorisée par l'EuroNCAP, qui ne dispose d'aucun caractère réglementaire, ne se retrouve pas systématiquement sur tous les véhicules.

(électricité haute tension, GNV, GNC, H², etc.). Elle reprend schématiquement l'action demandée par le constructeur dans la FAD.

3. La motorisation des véhicules.

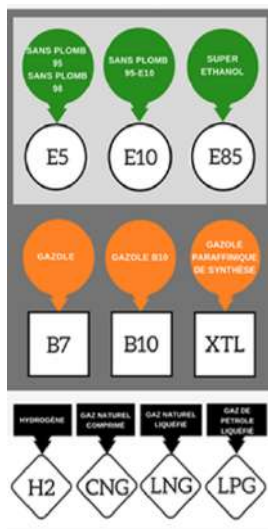
Le moteur est l'un des éléments essentiels d'un véhicule. Il permet d'impulser aux roues le mouvement nécessaire au déplacement du véhicule. Pour qu'un moteur fonctionne, il a besoin d'une source d'énergie. L'arrêté³⁵ du 10 juillet 2020 en reconnaît 40 dont les plus courantes sont :

- le pétrole et ses dérivés (essence, gazole, GPL-c, etc.) ;
- le biocarburant ou agrocarburant ;
- l'électricité ;
- le gaz naturel pour véhicule (GNV) ;
- l'hydrogène.



Les sources d'énergies sont identifiées par 2 lettres ou 1 lettre et 1 chiffre qui sont inscrites à la rubrique P3 du certificat d'immatriculation du véhicule. En l'absence de la carte grise et si l'immatriculation du véhicule est connue il est toujours possible d'obtenir l'information en formulant la demande aux services de gendarmerie ou de police.

Depuis le 12 octobre 2018 chaque carburant est identifié par un logo, harmonisé à l'échelle de l'Union européenne. Ces logos sont issus de la réglementation à destination du consommateur et sont rencontrés principalement dans les stations-services et sur la trappe de chargement des véhicules.



Pour les essences, le logo est constitué d'un « E » inscrit dans un cercle et suivi de la teneur maximale autorisée de biocarburant de type éthanol :

- E5 pour le SP 95 et le SP 98 ;
- E10 pour le SP 95 - E10 ;
- E85 pour le superéthanol.

Pour les gazoles, le logo est constitué d'un « B » inscrit dans un carré suivi de la teneur maximale autorisée de biocarburant de type EMAG (esters méthyliques d'acides gras : biocarburants produits à partir d'huiles végétales ou animales) :

- B7 pour le gazole (diesel) standard ;
- B10 pour le gazole pouvant contenir jusqu'à 10 % d'EMAG ;
- XTL pour le carburant diesel de synthèse.

Pour les carburants gazeux :

- H2 pour l'hydrogène ;
- LPG pour le gaz de pétrole liquéfié carburant (GPL-c) ;
- CNG et LNG pour le gaz naturel comprimé et liquéfié (GNC et GNL).

³⁵ Arrêté du 10 juillet 2020 modifiant l'arrêté du 9 février 2009 relatif aux modalités d'immatriculation des véhicules.



Ces sources d'énergies peuvent être combinées entre elles au sein d'un même véhicule. Les sapeurs-pompiers devront porter une attention particulière à la ou les source(s) d'énergie en présence, dès la prise d'appel.

La norme ISO 17840-436 à l'usage des services de secours définit les symboles d'énergies de propulsion sur les véhicules routiers. Des étiquettes et des couleurs associées indiquent le carburant et/ou l'énergie utilisé(e) pour la propulsion d'un véhicule routier, notamment dans le cas d'une technologie de véhicule et/ou de sources de puissance nouvelles, y compris les gammes de propulsion hybride.



100 % électrique



Electrique et essence



Electrique et gazole



Essence



Diesel



Pile à combustible hydrogène



Gaz naturel carburant



Gaz naturel carburant
et diesel



Gaz de pétrole liquéfié



Gaz naturel liquéfié



Cette norme s'applique aux véhicules particuliers, autocars, bus et véhicules utilitaires légers et lourds conformément à l'ISO 3833, mais ne couvre pas les carburants faisant partie de la cargaison d'un camion.

Il existe trois grands types de motorisation :

- thermique mono ou bi carburant ;

³⁶ Véhicules routiers — Information pour les premier et second intervenants — Partie 4 : Identification de l'énergie de propulsion.

- électrique ;
- hybride, lorsque le véhicule utilise et la motorisation thermique la motorisation électrique.

3.1 Les véhicules à motorisation thermique.

Un véhicule à moteur thermique est équipé d'un moteur à explosion qui fonctionne en produisant son énergie grâce à la combustion d'un carburant (essence, gazole, gaz, biocarburant, etc.).

3.1.1 Le moteur thermique fonctionnant aux carburants fossiles.

La majorité des voitures à moteur thermique sont alimentées par de l'essence ou de gazole. Cette motorisation peut équiper tous les types de véhicules roulants allant du deux roues au poids lourd en passant les véhicules de transport en commun.

Ces véhicules sont équipés généralement d'une batterie au plomb³⁷ d'une tension de 12 volts. Celle-ci alimente le circuit électrique des accessoires (verrouillage des portes, rétroviseurs, sièges chauffants, etc.) ainsi que les équipements spécifiques comme le démarreur.

3.1.2 Le moteur thermique fonctionnant au gaz.

Le gaz de pétrole liquéfié (GPL-c) est issu d'un mélange d'hydrocarbures légers. Les hydrocarbures constituant le GPL-c sont essentiellement le propane et le butane, le mélange peut contenir jusqu'à 0,5 % d'autres hydrocarbures légers tels que le butadiène. Le GPL-c est utilisé en bi-carburant essence-GPL-c et dans certains cas diesel-GPL-c, principalement sur les véhicules légers.

Le réservoir GPL-c est rempli par un orifice de remplissage (bouchon). Cet orifice spécial est muni d'une bille de sécurité agissant en tant que soupape de sécurité.

Ainsi, l'étanchéité est réalisée, empêchant toute fuite liquide ou gazeuse, notamment lors du remplissage. Son emplacement n'est pas normalisé. Il peut être placé soit :

- près de la plaque d'immatriculation ;
- soit à côté du bouchon du réservoir d'essence.



© Djamel Ferrand – DGSCGC

³⁷ Il peut exister des batteries 12 V Li-ion.



Pour des raisons esthétiques, il est volontairement masqué, donc très difficilement repérable.

Le GPL-c est stocké sous pression (10 bar maximum) dans des réservoirs en métal (tôle de 3 à 4 mm) très résistants, de forme cylindrique, torique (forme d'une roue de secours) ou polyforme.

La contenance autorisée varie entre 30 et 150 litres. Il peut y avoir un ou plusieurs réservoirs par véhicule situé(s) généralement à l'arrière du véhicule soit dans le coffre ou fixés sous le châssis.

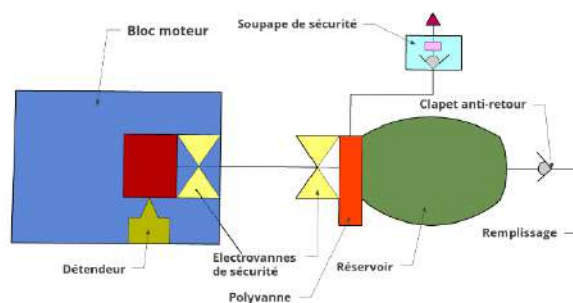


Le GPL-c est acheminé en phase liquide³⁸ par des canalisations jusqu'au vapedétendeur, situé dans le moteur, qui assure la transformation de l'état liquide à l'état gazeux. Le GPL-c à l'état gazeux est ensuite injecté dans le moteur via les injecteurs GPL-c.

Les canalisations transportant le GPL-c ne passent pas dans l'habitacle sauf en sortie du réservoir.

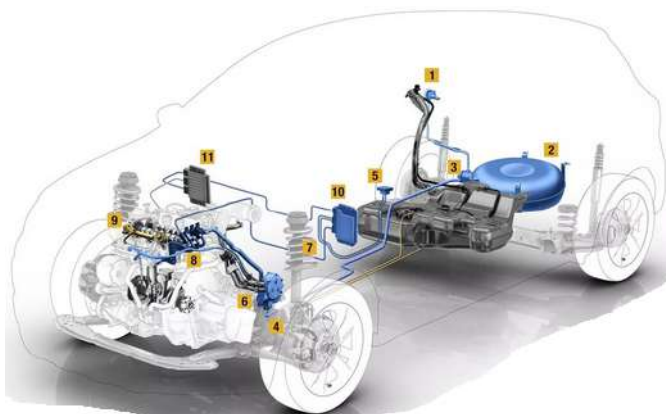
Plusieurs dispositifs concourent directement à la sécurité du système GPL-c :

- la polyvanne, elle est intégrée au réservoir et a pour fonction :
 - de limiter à 80 % le remplissage du réservoir ;
 - de limiter le débit de gaz en cas de rupture de la canalisation à la sortie du réservoir ;
 - d'interdire le retour de gaz dans la canalisation de remplissage grâce au clapet anti-retour ;
 - d'indiquer le niveau de gaz restant dans le réservoir.
- la soupape de sécurité, tarée à 27 bar, permet de faire baisser la pression interne du réservoir en libérant le gaz ;
- les électrovannes de sécurité, normalement au nombre de deux. La première est située au niveau du vapedétendeur, la seconde est située à la sortie du réservoir. Elles doivent fermer la canalisation GPL-c lors de la coupure du contact.



En complément de la soupape de sécurité, certains modèles y associent un thermo-fusible. Le thermo-fusible fond dès lors que la température atteint 110 °C et permet de faire baisser la pression interne du réservoir en libérant le gaz.

³⁸ Afin de faire face aux variations du volume du GPL-c liées aux variations de la température ambiante (augmentation du volume d'environ 0,25 % par élévation de 1 °C), les réservoirs ne sont remplis qu'à 80 % de leur capacité totale.



1. Orifices de remplissage
2. Réservoir GPL-c
3. Soupape de sécurité
4. Canalisations GPL-c
5. Commutateur / jauge GPL-c
6. Vapodétendeur
7. Faisceau électrique
8. Injection GPL-c
9. Injection essence
10. Calculateur GPL-c
11. Calculateur essence

Composants d'un véhicule GPL © Renault

Le gaz naturel pour véhicules (GNV) recouvre en France l'ensemble des dénominations utilisant le gaz naturel comme carburant pour véhicule (GNC et GNL).

En France, les véhicules GNV doivent respecter les paramètres de sécurité précisés dans la réglementation européenne ECE R110³⁹. Il est également possible d'utiliser du biométhane produit par des installations de méthanisation⁴⁰. On parle alors de bioGNV, et par conséquent de bioGNC et de bioGNL.

Le GNC est constitué d'environ 97 % de méthane. Il s'agit du même gaz que celui distribué en France sur le réseau de GrDF. Il est de ce fait odorisé selon le même procédé. Compte tenu du volume que nécessite une installation GNC, il est généralement utilisé en mono-carburant pour des flottes captives de véhicules, en particulier celles des autobus.⁴¹

Le GNC est stocké sous pression (entre 200 et 250 bar) dans des réservoirs en aluminium, en polyéthylène et/ou fibre de carbone ainsi qu'en acier. Ils sont de forme cylindrique. Il peut y avoir plusieurs réservoirs, c'est notamment le cas pour les poids lourds, les bus ou encore les cars.



Les réservoirs GNC sont généralement situés sur les côtés du tracteur pour les semi-remorques, derrière la cabine pour les poids lourds et sur le toit pour les bus.

³⁹ Accord concernant l'adoption de prescriptions techniques uniformes applicables aux véhicules à roues, aux équipements et aux pièces susceptibles d'être montés ou utilisés sur un véhicule à roues et les conditions de reconnaissance réciproque des homologations délivrées conformément à ces prescriptions.

⁴⁰ Cf. GDO « Interventions en présence de gaz ».

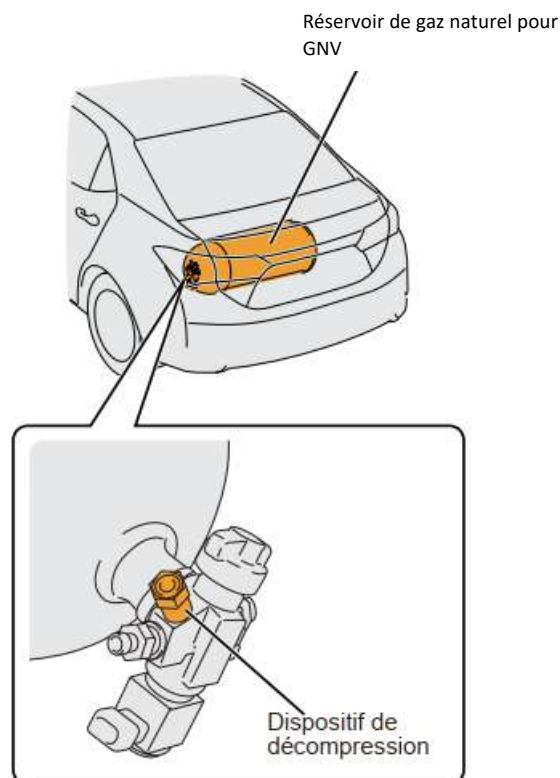
⁴¹ Quelques véhicules de tourisme utilisent le GNV en bi-carburant essence-GNV.

Le réservoir de GNC est équipé d'un dispositif de décompression permettant de libérer le gaz vers l'extérieur et de limiter ainsi le risque d'explosion lié à l'élévation de la température due à un incendie.

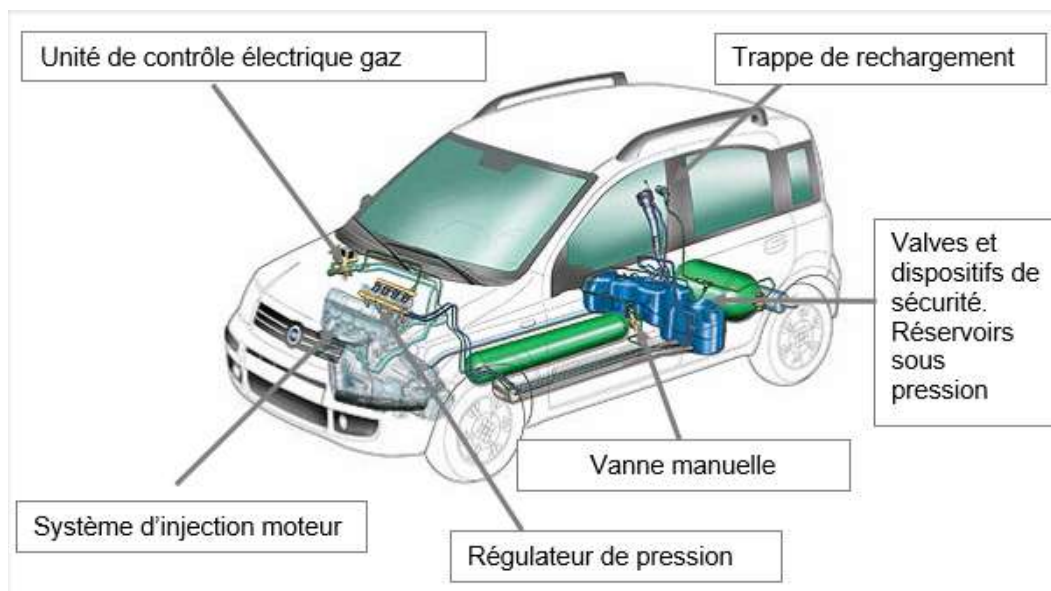
Ils sont équipés des dispositifs de sécurité suivants :

- un disque de rupture pour faire face à une éventuelle surpression ;
- un fusible thermique en cas d'augmentation anormale de la température et dont la fonte intervient dès lors que la température atteint 110 °C ;
- une électrovanne ;
- un TPRD⁴² dispositif de décompression ;
- une vanne manuelle.

Dispositif de décompression © TOYOTA



Le GNC est ensuite acheminé jusqu'au moteur par des canalisations en inox de couleur grise.



Equipements spécifiques d'un véhicule GNC. © BMPM

⁴² Le TPRD (thermal pressure relief device) est un dispositif de décompression actionné par la température. La température est celle située au niveau du TPRD, et non au niveau du réservoir



Réservoir GNC poids lourd © Gaz-mobilité



Réservoir GNC bus © Gaz-mobilité



En fonction de la longueur du réservoir (sur les bus notamment) on peut trouver plusieurs TPRD par réservoir.

Le GNL est obtenu par condensation du gaz naturel à -160°C . Il n'est pas odorant et parfois non odorisé. Il réduit le volume de gaz d'environ 600 fois par rapport à son état gazeux.

Le GNL offre une autonomie supérieure à celle du GNC. Les contraintes de formation et d'équipements de protection imposées aux utilisateurs du GNL font que ce mode de carburation intéresse particulièrement le transport de marchandises (poids lourds) et de passagers (autocars).

Le GNL est stocké dans des réservoirs cryogéniques en acier inoxydable conçus pour minimiser le transfert de chaleur tout en résistant aux phénomènes de pression. Un moteur GNL fonctionne avec du GNL dit « saturé » c'est-à-dire à une température de l'ordre de -130°C et à une pression de 8 bar.

Le GNL permet de parcourir des longues distances c'est pourquoi on le retrouve principalement sur les poids lourds et certains transports en commun. Des poids lourds GNL peuvent être également dotés en complément de réservoirs GNC.

Le réservoir cryogénique de GNL est équipé des dispositifs de sécurité suivants :

- une soupape de surpression principale qui se déclenche à 16 bar ;
- une soupape de surpression secondaire qui se déclenche à 24 bar ;
- une électrovanne ;
- deux vannes manuelles ;
- un manomètre indiquant la pression dans le réservoir.

Equipements spécifiques d'un véhicule GNL.
© BMPM



Le GNL est acheminé depuis le réservoir jusqu'au moteur via des canalisations spécifiques, avant d'être injecté à l'état gazeux.



Equipements spécifiques d'un véhicule GNL © BPPM



Que le véhicule fonctionne au GNC ou GNL, l'énergie figurant sur le certificat d'immatriculation (carte grise) à la rubrique P3 est « GN » pour gaz naturel.

Le moteur thermique fonctionnant à l'hydrogène.

Le moteur thermique alimenté à l'hydrogène, dont le fonctionnement ressemble à celui d'un moteur fonctionnant au GPL-c ou au GNV continue à faire l'objet d'études.⁴³

Des études récentes (2021) démontrent que l'hydrogène peut aussi être utilisé en injection directe dans un moteur thermique. La technologie pourrait s'adresser principalement aux applications lourdes et notamment au domaine du poids lourd longue distance.



Les véhicules à moteur thermique à hydrogène ne doivent pas être confondus avec les véhicules à pile à hydrogène improprement appelés véhicule à hydrogène.

3.2 Les véhicules à motorisation électrique.

Il existe deux types de véhicules utilisant un moteur électrique :

- le véhicule électrique (EV pour *electric vehicle*) ;
- le véhicule à pile à combustible (FCV pour *fuel cell vehicle*).

⁴³ Pour mémoire, BMW a produit une centaine d'exemplaires de sa Hydrogen 7 entre 2007 et 2009. Son moteur fonctionnait aussi bien à l'essence qu'à l'hydrogène. Le gaz était stocké sous forme liquide, à très basse température, dans un réservoir cryogénique de 170 litres. Au problème de stockage dans le réservoir et à l'absence de station H₂, s'ajoutait une perte importante de puissance et de couple du moteur.

3.2.1 Les véhicules électriques.

L'énergie électrique peut provenir de ressources embarquées comme une batterie électrique et fonctionnant sur le modèle du système haute tension, ou d'une source extérieure comme par exemple via une caténaire.

Un véhicule électrique (EV), aussi appelé « véhicule à énergie embarquée », utilise exclusivement cette énergie pour se déplacer. Certains modèles de EV sont dotés de réservoirs à carburant annexes afin d'alimenter des dispositifs de chauffage, de climatisation ou afin de prolonger l'autonomie du véhicule.

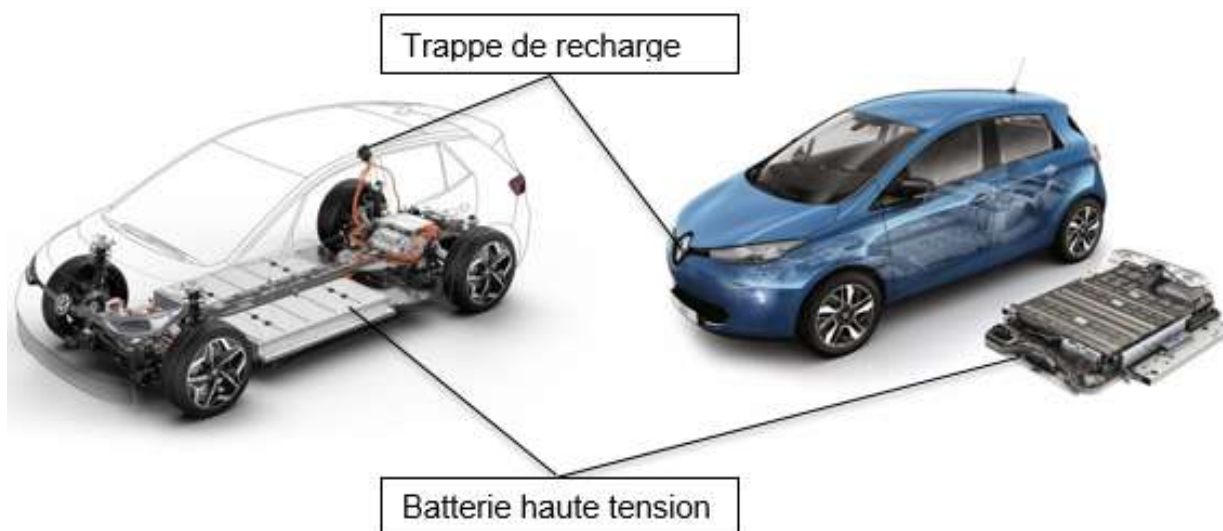


Schéma de principe d'un EV. © Renault

Deux types de tensions circulent de manière simultanée :

- **basse tension continue**, destinée à alimenter les organes de commande dits secondaires (l'éclairage, les essuie-glaces, le circuit de sécurité (airbag) et la ventilation) ;
- **haute tension continue**, destinée à alimenter le convertisseur de tension du moteur électrique. Tout élément de distribution de la haute tension est de couleur orange.

L'absence de pot d'échappement (donc de bruit) et la présence d'une trappe de charge ou d'un logo spécifique rendent ces véhicules identifiables. Une fiche de raccordement au réseau électrique nommée ports de charge permet le chargement des batteries via une prise traditionnelle ou spécifique.

La technologie électrique peut être adoptée pour tous les types de véhicules roulants allant du vélo assisté au poids lourd en passant par les véhicules de transport en commun.

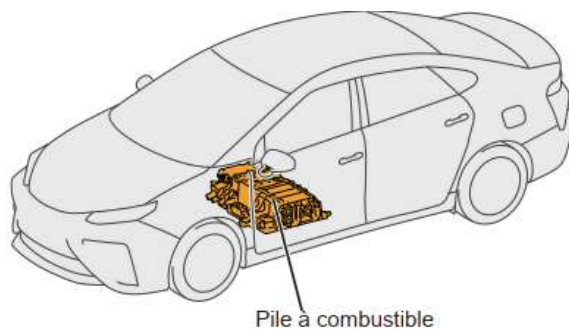


Trolleybus

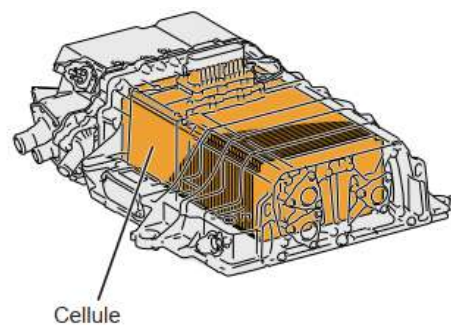
© Elodie Pilon - Saint-Etienne Métropole

Les véhicules fonctionnant à l'aide d'une caténaire ne disposent pas de batterie comme les véhicules électriques « classiques ».

3.2.2 Les véhicules à pile à combustible.



Pile à combustible



Cellule

Pile à hydrogène © TOYOTA

Le véhicule à pile à combustible, (on devrait parler de pile à hydrogène), est un véhicule électrique qui produit sa propre électricité lui permettant soit :

- d'alimenter le moteur électrique (technologie full power) ;
- de prolonger l'autonomie de la batterie de traction (technologie range extender).

Une haute tension est générée, selon le principe de la pile à combustible⁴⁴, en associant l'hydrogène fourni par le réservoir d'hydrogène à l'oxygène de l'air aspiré de l'extérieur du véhicule.

La pile à hydrogène est généralement installée sous le plancher ou en compartiment moteur. Elle génère de l'énergie à l'aide de quelques centaines de cellules reliées entre-elles en série.

⁴⁴ Cf. GDO « Interventions en présence de gaz » page 22

Les cellules sont contenues dans un boîtier métallique de manière à éviter tout contact direct. La réaction chimique entre l'hydrogène et l'oxygène lors de la génération de puissance produit de l'eau qui est évacuée via la sortie de décharge.

L' H_2 est stocké sous forme gazeuse, à une pression de 350 ou 700 bar, dans des réservoirs de forme cylindrique en composite à liner métallique ou à liner plastique.

Ils sont, dans les véhicules légers, généralement situés à l'arrière du véhicule et sous les sièges. Il peut y avoir un ou plusieurs réservoirs.

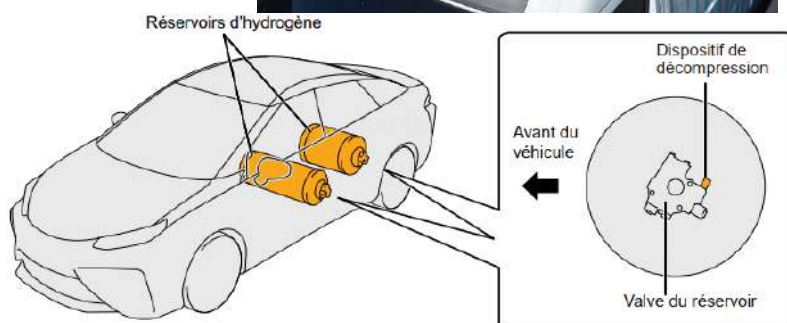
En fonction du type de véhicules, de son utilisation et du choix technique des constructeurs, les réservoirs d'hydrogène peuvent se trouver sur le toit (bus, Renault master par exemple) ou rajoutés à l'arrière du véhicule dans le cas de « kit prolongateur d'autonomie ».



Renault master à hydrogène © Renault

Les réservoirs d'hydrogène sont équipés d'un TPRD qui s'ouvre à environ 110°C et libère l'hydrogène du réservoir vers l'extérieur du véhicule.

Ce dispositif permet de réduire le risque d'explosion lorsque le véhicule est soumis à un incendie.

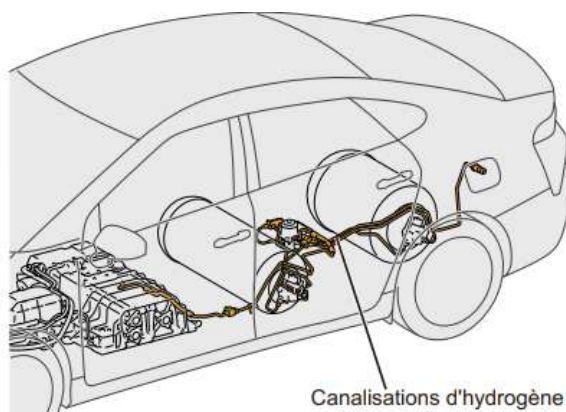


Dispositif de décompression © TOYOTA

Le rejet d'hydrogène est orienté vers le bas, sous le véhicule. Le rejet est très bruyant donc facilement repérable en cas d'ouverture.

Les canalisations d'hydrogène permettent de relier les pièces du circuit d'hydrogène telles que la pile à hydrogène et les réservoirs d'hydrogène. Elles peuvent, en fonction des équipements, se situer sous le plancher ou sur le toit du véhicule.

Certaines des canalisations d'hydrogène haute pression peuvent être de couleur rouge.

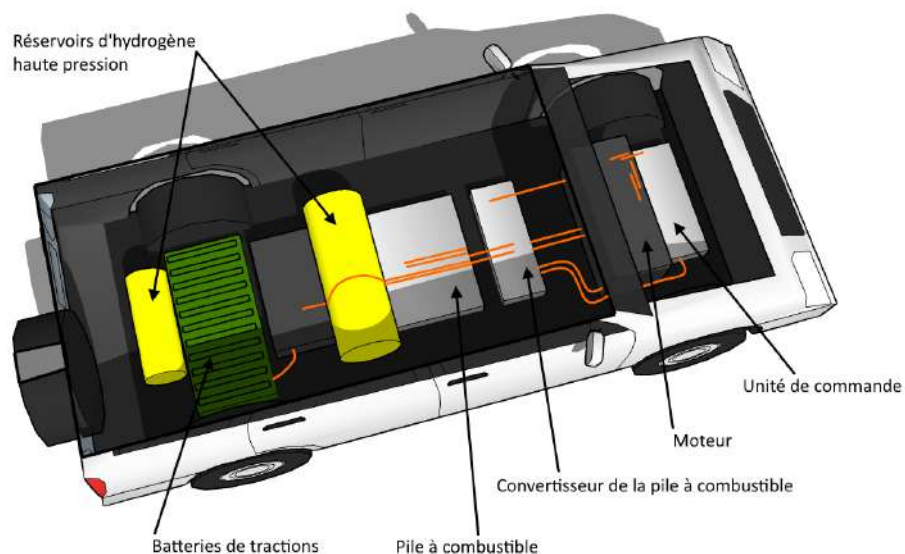


Circuit des canalisations d'hydrogène

© TOYOTA

Un détecteur d'hydrogène est situé près des réservoirs pour détecter les fuites d'hydrogène. Si une fuite d'hydrogène est détectée, le système à pile à combustible coupe l'alimentation en hydrogène et isole les réservoirs.

Outre la pile à hydrogène, plusieurs composants haute tension (plus de 200 V, jusqu'à 650 V) équipent ces véhicules⁴⁵ (la batterie HT, la pompe à hydrogène, le compresseur d'air de pile à hydrogène, etc.).



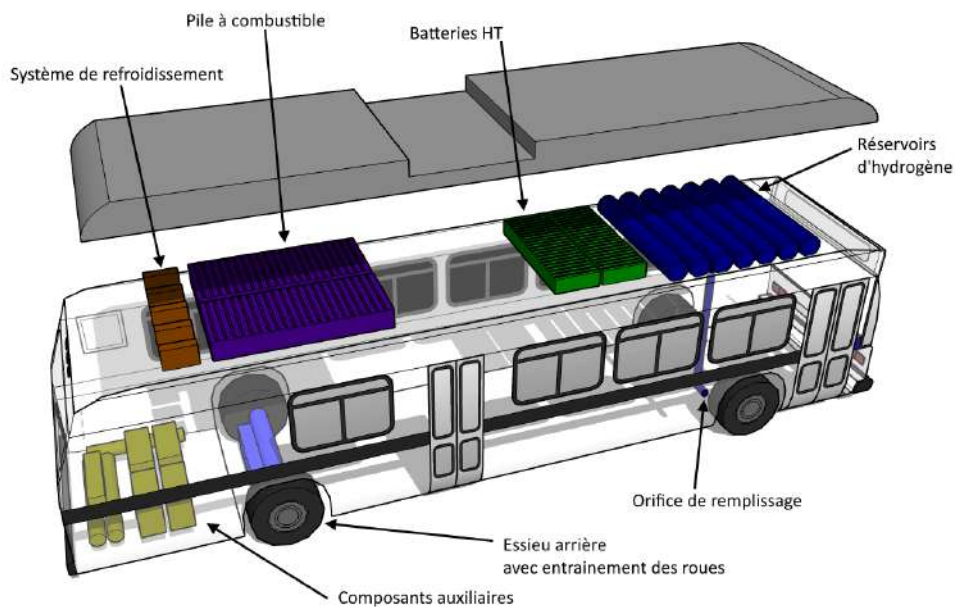
Exemple d'équipements spécifiques d'un véhicule léger à hydrogène.

© Guillaume Vermeulen – SDIS 59



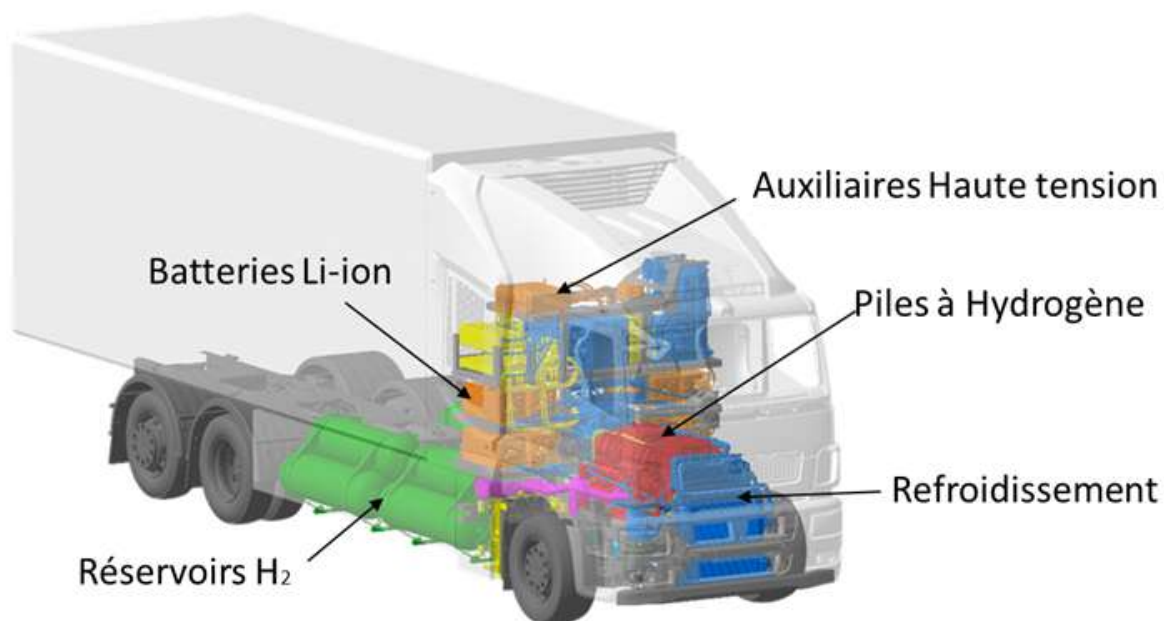
L'énergie figurant sur le certificat d'immatriculation (carte grise) à la rubrique P3 est :

- « HH » pour un véhicule à pile à combustible ;
- « HE » pour un véhicule à pile à combustible rechargeable (très rare) ;
- « H2 » pour un véhicule à moteur thermique à hydrogène.



Exemple d'équipements spécifiques d'un bus à hydrogène. © Guillaume Vermeulen – SDIS 59

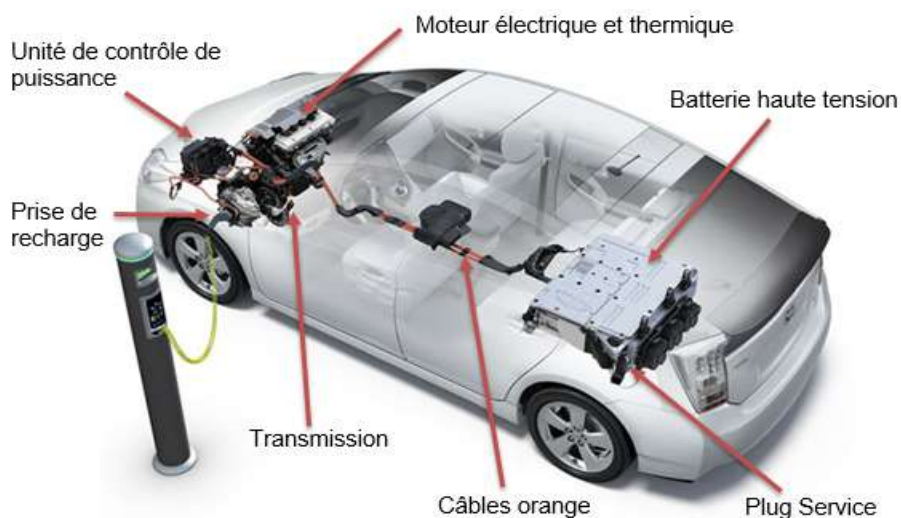
⁴⁵ Fuel Cell Vehicle



Exemple d'équipements spécifiques d'un poids lourd CATHyOPé © GreenGT Technologies

3.3 Les véhicules à motorisation hybride.

Un véhicule à motorisation hybride est un véhicule dont la propulsion est assurée par la combinaison de deux motorisations : une motorisation thermique (essence) et une ou des motorisations électriques (associées à une batterie de traction qui stocke l'énergie électrique).



Véhicule électrique hybride rechargeable © Toyota

Il existe deux technologies de véhicules hybrides :

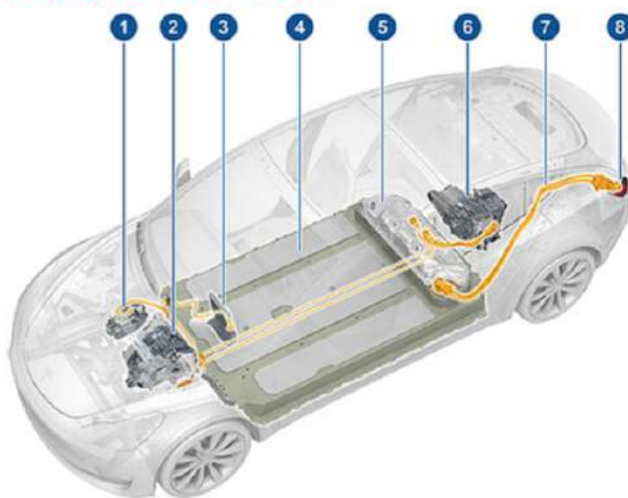
- le **véhicule hybride léger *mild hybrid*** (anciennement *hybrid assist*) : également appelée « micro hybride », cette technologie assiste le moteur thermique à l'aide d'un alterno-démarrreur jouant le rôle de générateur en récupérant l'énergie cinétique lors des freinages ou des décélérations. L'énergie ainsi récupérée est stockée dans une batterie 48 V et est ensuite utilisée par l'alterno-démarrreur pour démarrer le moteur, couper le moteur à l'arrêt et propulser le véhicule uniquement à faible allure ;

- le **véhicule hybride « non rechargeable »** (HEV) utilise le moteur thermique pour entraîner les roues. Le moteur électrique quant à lui est utilisé pour assister le moteur thermique en pleine accélération ou propulser le véhicule à faible vitesse en mode 100 % électrique. Au sein d'une « *Full Hybrid* », les deux moteurs peuvent donc fonctionner soit simultanément ou séparément ;
- le **véhicule hybride rechargeable** utilise le moteur électrique pour les déplacements quotidiens avec une autonomie comprise généralement entre 20 et 60 km. Au-delà de cette distance et lorsque la batterie est entièrement déchargée, le moteur thermique prend le relais pour continuer de propulser le véhicule.

Ils embarquent la technologie « Plug-in Hybrid » qui permet de recharger la batterie à la manière d'un véhicule électrique au moyen d'une prise domestique ou d'une borne de recharge externe. La technologie hybride peut être adoptée pour les poids lourds ou les véhicules de transport en commun.

4. Le système haute tension.

COMPOSANTS HAUTE TENSION



1. Compresseur de climatisation
2. Unité d'entraînement avant (selon l'équipement)
3. Dispositif de chauffage de l'habitacle
4. Batterie haute tension
5. Trappe d'accès de la batterie haute tension
6. Unité d'entraînement arrière
7. Câblage haute tension
8. Prise de recharge

Le point commun aux véhicules à motorisation électrique ou hybride c'est qu'ils utilisent un système haute tension, pouvant aller jusqu'à 800 V, pour entraîner un moteur électrique et générer le couple de traction.

Un système haute tension comprend plusieurs composants électriques tels que la batterie haute tension, l'inverseur/convertisseur, la transmission/boîte-pont (moteur électrique), le compresseur de climatisation, le chargeur et l'inverseur de tension ainsi que les câbles d'alimentation haute tension.

© Tesla



Les câbles d'alimentation haute tension sont de couleur orange. Sur la FAD tous les composants haute tension sont en orange.

Les boîtiers ou couvercles des composants électriques haute tension sont isolés des conducteurs haute tension à l'intérieur des composants. En conditions normales, la caisse du véhicule est isolée des composants électriques haute tension et peut être touchée sans danger.

Le système haute tension est désactivé lorsque le commutateur de démarrage ou la commande de démarrage est amené(e) en position arrêt.

En cas de détection d'un choc (activation de l'airbag par exemple) ou d'une fuite haute tension, le système haute tension est automatiquement désactivé.

4.1 La batterie.

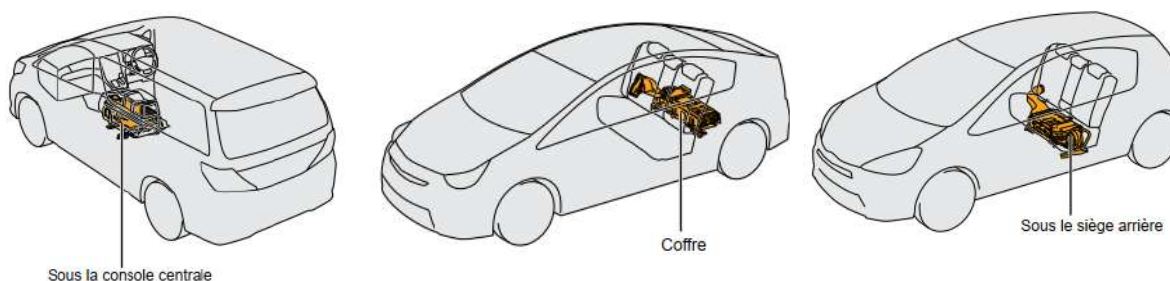
Tous les travaux scientifiques⁴⁶ convergent vers un même objectif commun à savoir trouver le meilleur compromis possible entre le poids de la batterie, sa capacité de stockage, son coût de revient, sa durée de vie, sa faculté de recharge et son empreinte environnementale, notamment au moment du recyclage.

Batterie haute tension © Nissan

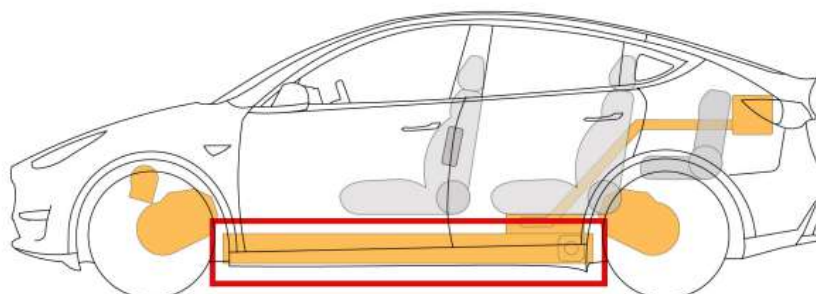


Une batterie haute tension se compose de plusieurs modules eux-mêmes composés de plusieurs cellules qui peuvent être souples, cylindriques ou prismatiques. Les modules de la batterie sont logés dans un coffre acier ou aluminium, appelé *casing* et l'accès y est limité.

Selon le modèle, la batterie peut être installée dans le coffre, sous les sièges arrière, sous la console centrale ou sous le plancher.



Emplacement possible d'une batterie haute tension © TOYOTA



L'emplacement de la batterie haute tension est indiqué sur la FAD. © TESLA



L'emplacement de la batterie haute tension est indiqué sur la FAD ainsi que, le cas échéant, la trappe thermo-fusible permettant d'inonder le pack batterie.

⁴⁶ Renault Group, mobilité électrique, les différents types de batteries de voitures électriques, 18 octobre 2019.



Certains véhicules sont équipés d'un « fireman access » permettant, en cas d'incendie d'injecter de l'eau à l'intérieur de la batterie. © Renault



4.1.1 La technologie lithium – ion.

Élaborée au début des années 90, la batterie lithium-ion s'est progressivement imposée comme la technologie de référence dans le monde du transport comme dans celui de l'électronique grand public.

Dotée d'une importante durée de vie, elle offre une densité d'énergie bien supérieure à celle de toutes les technologies concurrentes et ne présente pas d'effet mémoire.



Les constructeurs automobiles remplacent une batterie dès que sa capacité devient inférieure à 70 % de sa capacité initiale, ce qui arrive en général au bout de 8 à 10 ans d'utilisation. Elles peuvent ensuite être utilisées groupées pour du stockage stationnaire chez des industriels, des particuliers.

Si la batterie lithium-ion s'impose aujourd'hui sur le marché de la voiture électrique, il existe d'autres technologies et chacune possède ses propres caractéristiques.

4.1.2 La technologie au nickel – cadmium.

Utilisée pour la production de véhicules électriques dans les années 90, la technologie Nickel-Cadmium (Ni-Cd) ne manquait pas d'avantages, avec une densité de stockage importante et une durée de vie de l'ordre de 500 à 1 000 cycles de recharge.

Les accumulateurs Ni-Cd souffraient en revanche de l'effet mémoire, un phénomène physique qui altère les performances de la batterie en cas de cycles de « charge-décharge » partiels. Les batteries Ni-Cd sont aujourd'hui interdites, en raison de la toxicité du cadmium.

4.1.3 La technologie sodium-chlorure de nickel (Zebra).

Présentes sur quelques modèles de voitures électriques développés par des constructeurs de taille modeste, les batteries Zebra⁴⁷ (zeolite battery research africa project) ont été utilisées à partir de la fin des années 1990 jusqu'à récemment, en alternative à la technologie Ni-Cd. Appelées « batteries chaudes », elles doivent être maintenues à une température de 270 à 350 °C et de ce fait doivent fonctionner continuellement ou être raccordées en permanence au réseau électrique.

⁴⁷ <https://www.concertation-acc-batteries.fr/les-differentes-technologies-de-batterie>

Présentant une problématique d'autodécharge et ne supportant pas la charge rapide, ces batteries équipent essentiellement des flottes de véhicules professionnels électriques comme ceux de La Poste.

4.1.4 La technologie nickel - métal hydrures.

Avec leurs performances (144 à 288 V) comparables à celles de la technologie Ni-Cd, les accumulateurs nickel-métal hydrures (Ni-MH) ont connu un succès plus durable du fait de l'absence de métaux lourds. Cette technologie de batterie rechargeable portable était la plus économique au début des années 2000, c'est pourquoi elle a largement dominé le marché du véhicule hybride jusqu'à l'avènement de la technologie lithium-ion.

4.1.5 La technologie lithium-métal polymère.

La technologie lithium-métal polymère (LMP) offre la plus grande durée de vie des batteries et une plus grande autonomie.

Sans effet « mémoire », les batteries se rechargent quel que soit le niveau de charge restant. Pour être utilisées, les batteries LMP doivent être maintenues à une température comprise entre 60 et 80 °C ce qui impose qu'elles soient raccordées au réseau électrique lorsque le véhicule ne roule pas. À défaut, les batteries se vident de leur capacité en moins de 3 jours.

Ces batteries ont l'avantage de ne pas présenter de risque de fuite en cas d'impact ou autre sur le pack. En effet, ces dernières sont définies comme des batteries dite sèche grâce à leur électrolyte solide.

4.1.6 La batterie tout solide.

La recherche scientifique s'intéresse depuis toujours au concept de batterie tout solide, mais ce n'est que depuis dix ans que des avancées permettent d'imaginer, à l'avenir, son utilisation dans l'automobile.

Son principe consiste à remplacer l'électrolyte liquide des batteries par un matériau solide qui pourrait prendre la forme d'un polymère plastique, de poudres inorganiques compactées ou d'un mélange des deux.



En théorie, cette technologie n'a que des avantages car elle permet d'augmenter la densité d'énergie et la stabilité tout en simplifiant la gestion thermique. Elle n'en est cependant qu'au stade du prototype de laboratoire.

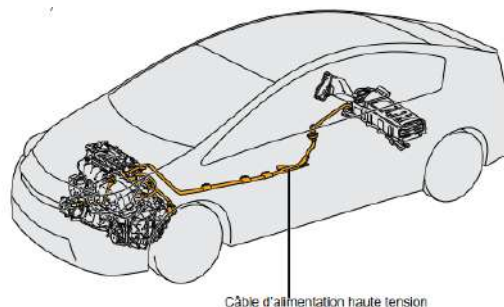
4.2 Les câbles d'alimentation.

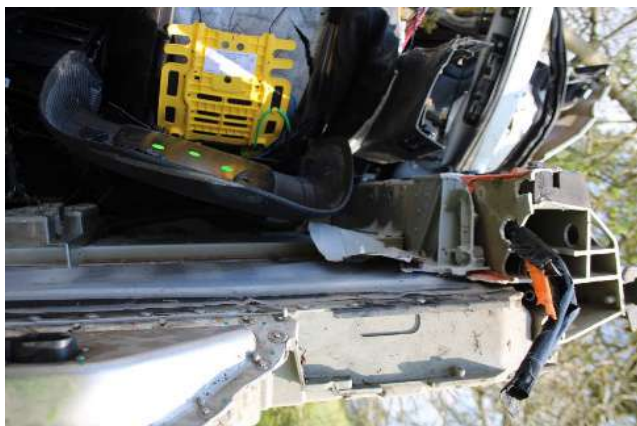
Les câbles d'alimentation haute tension sont de couleur orange et sont utilisés pour brancher des composants électriques haute tension tels que la batterie haute tension, l'inverseur/convertisseur, le moteur électrique, le compresseur de climatisation et le chargeur.

Les câbles d'alimentation haute tension sont installés dans le compartiment du moteur thermique/électrique et au centre du véhicule (dans le tunnel central), ou de chaque côté des bas de caisse.

Les câbles haute tension sont utilisés dans le système de charge sur secteur.

Exemple de passage de câbles haute tension © TOYOTA





Exemple de gaine noire protectrice enveloppant les câbles orange.

© Olivier DESBOIS – SDIS 44

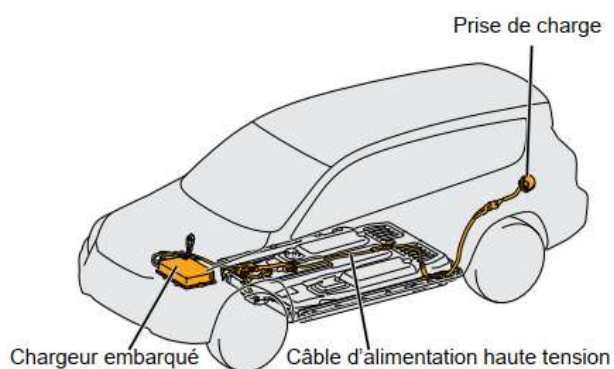
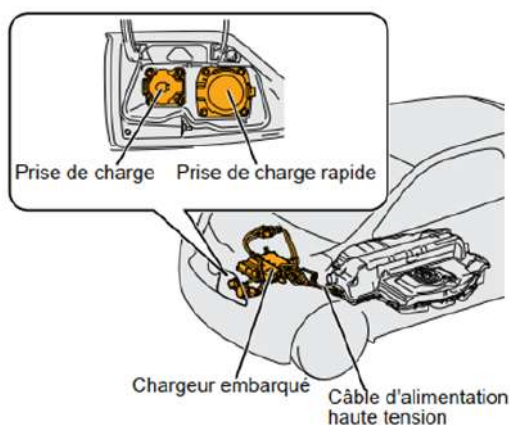


Certains constructeurs enveloppent les câbles orange d'une gaine noire protectrice rendant l'identification difficile. Une attention toute particulière doit être portée par les intervenants.

4.3 Les systèmes de charge.

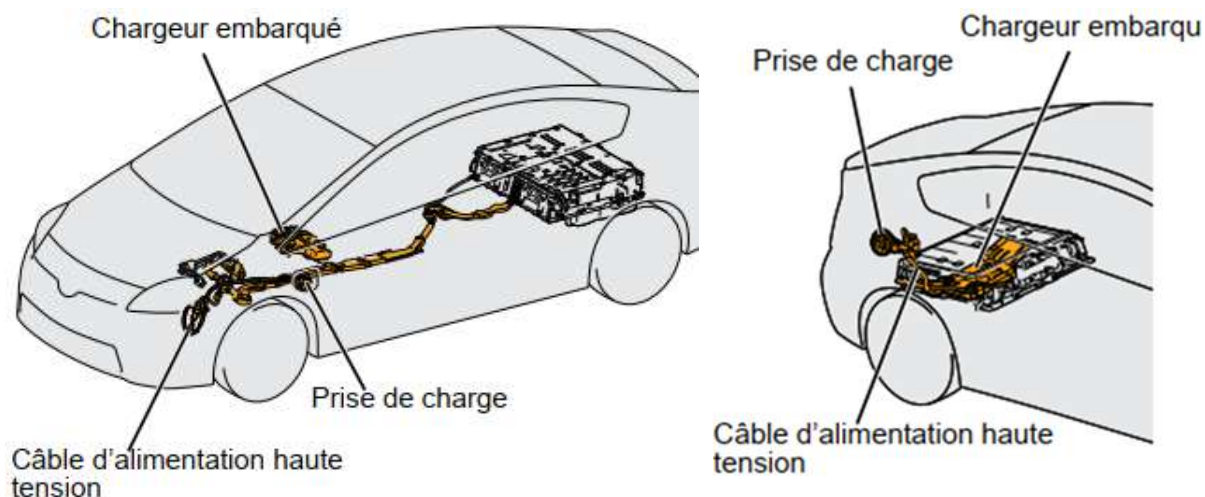
Les véhicules électriques (EV) sont équipés d'un système de charge sur secteur afin de charger la batterie haute tension à partir d'une source d'alimentation externe. Il se compose principalement d'une prise de charge et d'un chargeur embarqué.

La prise de charge reçoit la charge en courant alternatif d'une source d'alimentation externe, le chargeur embarqué convertit ce courant alternatif en courant continu, l'amplifie et l'utilise pour charger la batterie haute tension. Le courant circule de la prise de charge vers le chargeur via des câbles de couleur orange.



Exemple de système de charge sur secteur © TOYOTA

La batterie d'un véhicule électrique hybride (HEV) est rechargée via le moteur thermique et via le dispositif de récupération d'énergie cinétique au freinage ou à la décélération.



Exemple de système de charge embarqué © TOYOTA

Les véhicules électriques hybrides rechargeables (PHEV) utilisent ces deux technologies.

4.4 Les autres composants.

L'inverseur/convertisseur installé dans le compartiment du moteur thermique/électrique amplifie et convertit le courant continu de la batterie haute tension en courant alternatif entraînant le moteur électrique. Celui des véhicules à hydrogène fournit également un courant électrique converti en courant alternatif au compresseur d'air de la pile à combustible.

Le convertisseur DC/DC (DC pour direct current = courant continu) abaisse le courant continu de la batterie haute tension pour l'acheminer vers les accessoires électriques tels que les projecteurs et les lève-vitres ainsi que pour charger la batterie 12 V. Il peut être intégré à l'inverseur/convertisseur dans la zone située à proximité de la batterie haute tension.

La transmission/boîte-pont des véhicules électriques (EV), électrique hybride (HEV), électrique hybrides rechargeables (PHEV), et à hydrogène (VH₂) contient un moteur électrique/alternateur alimenté par la tension de sortie de l'inverseur/convertisseur (jusqu'à 650 V) et charge la batterie haute tension. Elle est installée dans le compartiment du moteur thermique ou électrique.

L'emplacement dépend de la configuration du véhicule. Pour les véhicules équipés d'un moteur à propulsion arrière, l'ensemble boîte-pont est souvent situé au-dessus des arbres de roues arrière.

Le compresseur de climatisation utilisé sur les véhicules hybrides (VH), électriques (EV) et à hydrogène (VH₂) contient un moteur électrique alimenté par le courant de la batterie haute tension. Il est installé dans le compartiment du moteur thermique/électrique.

Le réchauffeur de liquide de refroidissement utilisé sur les VH₂ est alimenté par la batterie haute tension. Installé à l'intérieur du compartiment du moteur électrique, il sert à réchauffer le liquide de refroidissement.

4.5 Le retrofit.



Projet Nomad Car Hydrogène (NCH2). Il est à ce jour, le premier projet mondial de retrofit d'un autocar thermique diesel en autocar électrique hydrogène, porté par la société Transdev, la Région Normandie et plusieurs partenaires (<https://www.transdev.com/fr/solutions/nch2/>)

Le retrofit⁴⁸ correspond à la transformation des véhicules thermiques en véhicules fonctionnant à l'énergie électrique (batterie seule, batterie avec prolongateur d'autonomie ou pile à combustible hydrogène).



Ces véhicules peuvent poser plusieurs problèmes aux secours : identification, absence de FAD, équipements de sécurité tertiaire absents.

L'arrêté du 13 mars 2020 définit les conditions de réception et d'installation des dispositifs de conversion des véhicules à motorisation thermique en motorisation électrique à batterie ou à pile à combustible. Il concerne les véhicules thermiques immatriculés en série, qui ne sont pas classés véhicule de collection et dont la première immatriculation a :

- plus de 5 ans pour les véhicules à moteur conçus et construits pour le transport de personnes et ayant au moins quatre roues (catégorie M) ainsi que pour les véhicules à moteur conçus et construits pour le transport de marchandises et ayant au moins quatre roues (catégorie N) ;
- plus de 3 ans pour les véhicules à moteur à deux ou trois roues et quadricycles à moteur (catégorie L).

Un kit retrofit est composé d'un dispositif de conversion électrique, d'un groupe motopropulseur, d'un bloc batterie et d'une interface de charge. Dans le cas d'une pile à combustible, le véhicule sera doté de réservoirs hydrogène de 350 à 700 bar.⁴⁹



Quelle que soit la solution de transformation choisie, le kit est installé dans la structure du véhicule en utilisant les espaces libérés par la modification et en exploitant les espaces libres tels que les soutes à bagages des cars ou sur le toit.

Ces solutions amènent les intervenants à être confrontés à des véhicules connus pour leur motorisation thermique diesel ou essence alors qu'ils utilisent une autre énergie de traction.

⁴⁸ Certaines sociétés parlent de retrofit en transformant des véhicules lourds thermiques en motorisation GNC. Bien que le terme ne soit pas adéquat, il n'en demeure pas moins qu'il s'agit d'une transformation d'énergie du véhicule.

⁴⁹ Il existe d'autres solutions de conversion des moteurs thermiques diesel vers le Gaz Naturel Comprimé (GNC). Celles-ci s'inscrivent dans le cadre d'une volonté de diminuer la consommation et les émissions d'oxydes d'azote (NOx). Ces véhicules se voient dotés de réservoirs de gaz naturel comprimé à 200 bars.

5 Le transport de matières dangereuses.



© Sylvain LARIVIERE – SDIS 87

Une marchandise dangereuse est une matière ou un objet qui, par ses caractéristiques physico-chimiques (toxicité, réactivité, etc.) et physiologiques, peut présenter des risques pour l'homme, les biens et/ou l'environnement.

Tous les jours, une grande variété de marchandises dangereuses est transportée dans le monde, dont la majeure partie est destinée à des usages industriels. Ces marchandises peuvent être transportées sous forme liquide (ex : hydrocarbures, chlore, propane, soude...) ou solide (ex : explosifs, nitrate d'ammonium...).

Ces substances ont souvent une concentration et une agressivité supérieures à celles des usages domestiques.

5.1 Le cadre réglementaire.

Le transport routier est régi par l'accord européen ADR du 30 septembre 1957, modifié à plusieurs reprises.

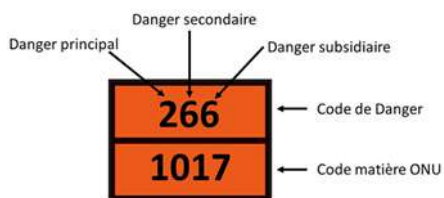
En France, l'ADR est complété par un arrêté spécifique, dit « arrêté TMD » regroupant les prescriptions relatives aux modes routier, ferroviaire (RID) et fluvial (ADN).

5.2 L'identification du chargement.

Le chargement est identifié par des plaques oranges réfléchissantes de 40 cm de largeur et 30 cm de longueur. Elles comportent un code danger en partie haute et un code matière ONU en partie basse dans le cas de matières dangereuses transportées en citerne ou en vrac solide ; ou peuvent être vierges de toute écriture dans le cas du transport de colis ou de matières différentes.

Le code de danger indique quels sont les dangers que peuvent entraîner les matières transportées :

- le 1^{er} chiffre correspond au danger principal ;
- les 2^{èmes} et 3^{èmes} chiffres aux dangers secondaires ou à l'intensification d'un danger.



1	Matières et objets explosibles
2	Gaz
3	Liquides inflammables
4	Solides inflammables
5	Combustibles ou peroxydes
6	Matières toxiques
7	Matières radioactives
8	Matières corrosives
9	Matières dangereuses diverses, provoquant une réaction violente spontanée

La classification permet de savoir s'il existe un ou plusieurs dangers selon le produit transporté par le véhicule. Si un chiffre est doublé le danger est amplifié, à l'exception de :

22 : gaz réfrigéré

44 : solide inflammable, qui à une température élevée se retrouve fondu

99 : matières dangereuses diverses, transportées à chaud (ex : goudron)

333 : matière liquide pyrophorique

Lorsque le danger d'une matière peut être indiqué suffisamment par un seul chiffre, celui-ci est complété par un 0.



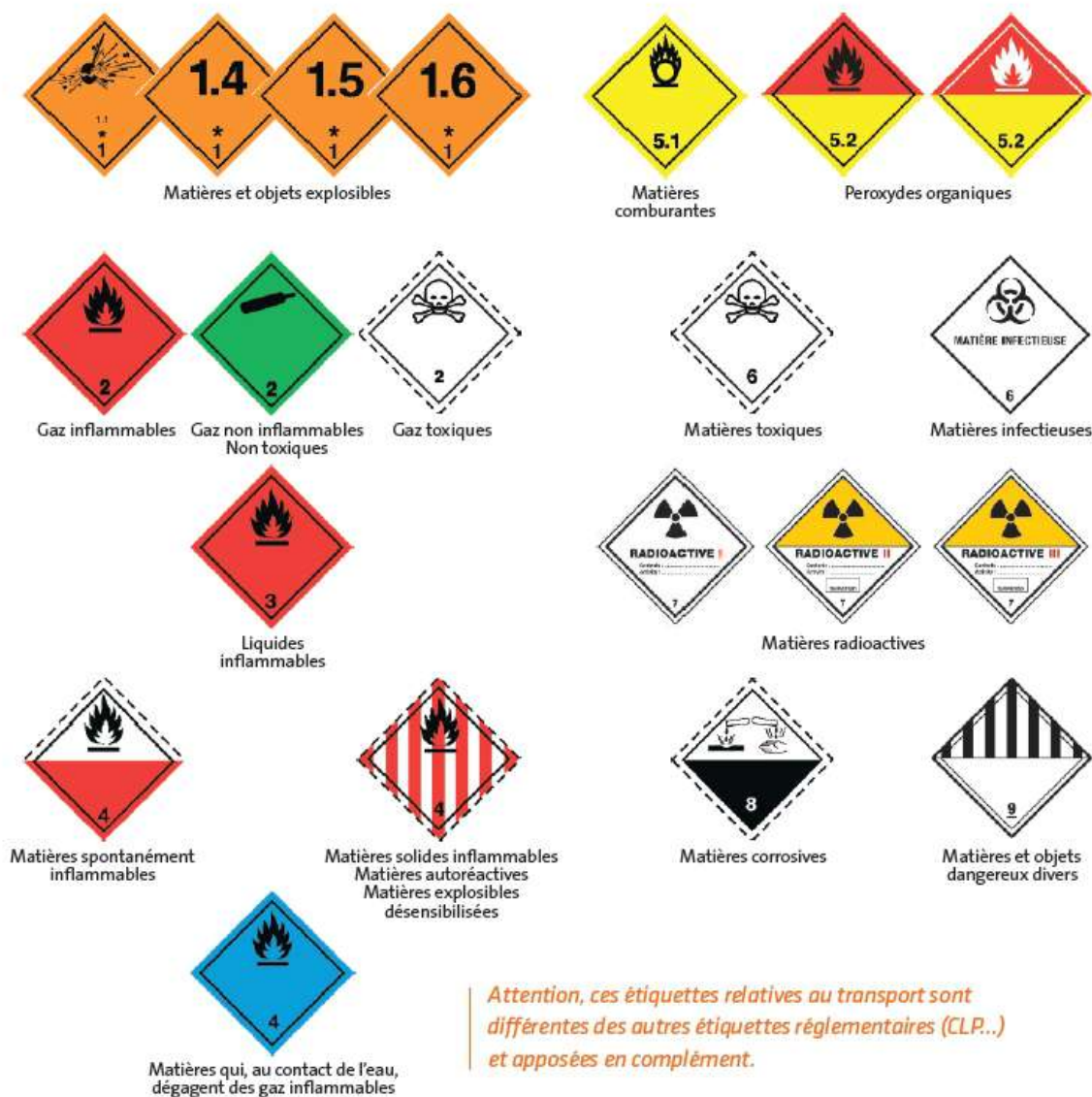
Si le numéro est précédé d'un X, le produit transporté présente une réaction violente avec l'eau.

La deuxième ligne de la plaque de danger correspond au code matière ONU. Il permet d'identifier la matière transportée et comporte toujours 4 chiffres.⁵⁰

La plaque étiquette de 25 cm x 25 cm représentant le pictogramme du danger principal présenté par la matière.

⁵⁰ En dérogation à l'ADR, dans le cadre du transport des hydrocarbures destinés aux stations-services, un camion-citerne multi-cuves peut ne porter que la plaque 33/1203 alors qu'il transporte divers produits. Celle-ci majorant le danger.

Les étiquettes de danger de l'ADR



Étiquettes de danger de l'ADR @ Source INRS

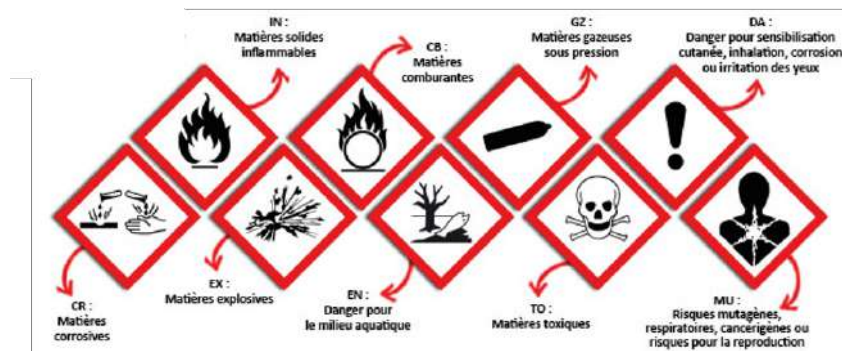
Des dispositions spéciales exemptent certaines marchandises de toutes les obligations de l'ADR :

- le régime des quantités limitées, appelé « QL » : des marchandises dangereuses peuvent faire l'objet d'exemptions du fait de leur conditionnement en quantités limitées ;
- le transport en colis : la signalisation du véhicule correspond à une plaque orange vierge et une étiquette de danger (uniquement si > 3 tonnes d'une même classe de produit) ;
- les chargements de plus de 8 tonnes de quantité limitée et les véhicules de transport de PTAC > 12 tonnes doivent porter des marques QL à l'avant et l'arrière.

Le règlement (CE) n° 1272/2008 du 16 décembre 2008, dit règlement CLP, définit les règles européennes de classification, d'étiquetage et d'emballage des produits chimiques.

Dans ce cadre, les colis transportant des matières dangereuses doivent porter des pictogrammes classés en 3 catégories :

- dangers physique ;
- dangers pour la santé ;
- dangers pour l'environnement.



Étiquettes du règlement CLP

Des documents obligatoires permettent également d'obtenir des informations. Il s'agit notamment du document de transport pour les marchandises dangereuses, indiquant :

- le n° ONU ;
- la désignation officielle de transport ;
- les n° des étiquettes de danger ;
- le nombre et la description des colis ;
- la quantité totale transportée, d'où vient le chargement et où il va ;
- les coordonnées du destinataire et de l'affréteur ;
- les consignes écrites de sécurité.

6 Les acteurs.

La gestion par les sapeurs-pompiers des opérations de secours nécessite parfois de recourir de manière concomitante aux compétences d'acteurs publics ou privés, parmi lesquels :

- les centres de réception des alertes (CTA, CRRA, CORG, CIC, PSAP, etc.) ;
- les centres opérationnels (CODIS, COD, COZ, COGIC) ;
- les services de l'état (DREAL, DRIEAT, ARS, etc.) ;
- les forces de sécurité publique (police nationale, gendarmerie, police municipale, etc.) ;
- les partenaires de santé (SAMU, hôpitaux, etc.) ;
- les associations agréées de sécurité civile (AASC) ;
- les armées ;
- etc.

Cependant certaines opérations de secours ou interventions nécessitent de faire appel à des techniciens et des experts dans des domaines particuliers relevant d'opérateurs publics ou privés.

Binôme COS – Exploitant : dans toutes les opérations partagées avec les partenaires opérationnels des SIS, le COS et le représentant de l'opérateur forment un binôme. Les intentions du COS comme les conseils techniques de l'opérateur doivent être partagés.



Le commandant des opérations de secours est chargé de la mise en œuvre de tous les moyens publics et privés mobilisés pour l'accomplissement des opérations de secours.

L'exploitant, dans le cadre de ses missions, s'assure notamment de :

- protéger les intervenants par la mise en place de signalisation selon les procédures existantes des services et les conditions rencontrées ;
- informer les usagers (PMV, radio 107.7, plan de gestion du trafic...) ;
- appeler différents intervenants depuis le PC d'intervention ;
- organiser la circulation sur la(es) voie(s) en relation avec les forces de l'ordre et les autorités préfectorales ;
- organiser et faciliter l'enlèvement des véhicules accidentés ;
- évacuer le fret en lien avec le transporteur ;
- s'assurer de la mise en sécurité des accidentés non blessés ;
- remettre en état les lieux après intervention.

Les collectivités locales et territoriales :

- les communes, pour les routes communales. Ces routes appartiennent à la commune, le conseil municipal en est le gestionnaire pour la construction, l'entretien et les travaux. Dans certains cas, cette responsabilité est confiée à une métropole ou une communauté de communes, d'agglomération ou urbaine ;
- les départements et collectivités territoriales, pour les routes nationales d'intérêt local et pour les routes départementales. Le conseil départemental est gestionnaire pour la construction et l'entretien du réseau qui sont effectués par ses services techniques. Les intervenants en cas de besoin relèvent des services du département.

L'État :

- la direction générale des infrastructures, des transports et de la mer (DGITM) est chargée de la gestion, de l'étude et de la réalisation des projets neufs ;
- les directions interdépartementales des routes (DIR) sont chargées de la construction et de l'entretien du réseau routier national non concédé (autoroutes et routes nationales). Au nombre de onze en France métropolitaine, elles assurent trois missions principales :
 - l'exploitation des routes (surveillance du réseau, gestion du trafic, information, interventions lors d'accidents, viabilité notamment en période hivernale) ;
 - l'entretien des chaussées et de leurs dépendances (accotements, fossés, bassins, plantations), des aires de service, des ouvrages d'art (ponts, viaducs, tunnels, murs), des équipements de la route (signalisations, dispositifs de retenue, dispositifs de surveillance...) ;
 - l'ingénierie routière à la demande des services de maîtrise d'ouvrage, pour les études de projets routiers et la direction de l'exécution des travaux d'infrastructures nouvelles ;
- les douze unités de maitrise d'ouvrage (UMO) des directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) pilotent, sous l'autorité des préfets de régions, les opérations de modernisation du réseau routier national ;
- les directions des routes dépendant des conseils régionaux et des collectivités territoriales, ou les anciennes voies nationales ont été concédées.



Il n'y a pas de DREAL en Île-de-France, mais une direction régionale et interdépartementale de l'environnement, de l'aménagement et des transports (DRIEAT). En Guyane et à Mayotte, il existe deux directions de l'environnement, de l'aménagement et du logement DEAL.

- les concessionnaires d'autoroute se voient confier par l'État, pour une durée déterminée et en contrepartie de la perception d'un péage, le financement, la construction, l'entretien et l'exploitation des autoroutes concédées. Les sociétés concessionnaires peuvent être regroupées au sein d'un groupe sont pour les principales : ASF, Escota, Sanef, SAPN, APRR, AREA, Cofiroute, Arcour, etc. Des grands ouvrages comme le tunnel du Mont-Blanc et du Fréjus (ATMB et SFTRF), les ponts de Tancarville et de Normandie (CCI) peuvent également être concédés.



Quel que soit le type de gestionnaire, la police de la circulation est assurée, en fonction des zones de compétence, soit par les services de la police nationale soit par les services de la gendarmerie nationale.

La force de sécurité publique en charge de la police de la circulation s'assure de :

- la mise en sécurité des personnes et des biens et des premières mesures d'urgence ;
- la mise en œuvre des restrictions de la circulation et de la sécurité rapprochée immédiate ;
- l'aide à la progression des véhicules de secours et de dépannage ;
- l'information des autorités administratives et judiciaires ;
- le maintien de l'ordre public.

En l'absence de l'exploitant, elle organise l'enlèvement des véhicules accidentés et à l'issue de l'opération de secours, elle décide du rétablissement de la circulation en lien avec le COS et après avis de l'exploitant routier sur l'état de l'infrastructure.

En parallèle des missions de sécurité et de protection des intervenants, elle réalise les constatations et recueille, le cas échéant, des informations nécessaires à l'enquête.

Le centre d'études des tunnels (CETU) est le service technique de la direction générale des routes chargé des tunnels routiers. Il s'occupe de l'élaboration des techniques et des méthodes nécessaires à la conception, la construction, l'entretien, l'exploitation et la sécurité des tunnels routiers. Ses trois principales missions sont :

- l'élaboration et la diffusion des règles de l'art : préparation de textes réglementaires, documents techniques, recommandations et guides, recherche appliquée dans le domaine du génie civil, des équipements, de l'exploitation et de la sécurité des tunnels, etc. ;
- l'application des procédures réglementaires : avis technique dans le cadre de l'instruction des projets d'ouvrages, participation à des commissions de normalisation ou de sécurité, etc. ;
- les prestations de services : visites réglementaires des tunnels de l'État, assistance aux maîtres d'ouvrage.

Le centre national des ponts de secours (CNPS) est un service technique central du ministère chargé de l'environnement, placé sous la tutelle de la DGITM. Disposant d'un important stock de ponts modulaires, d'auto-ponts et de caissons flottants, le CNPS est en mesure d'étudier et de mettre en place de manière rapide et autonome des franchissements répondant à des besoins variés tels que par exemple :

- un rétablissement de communication suite à intempéries destructrices ;
- une utilisation temporaire : déviation routière lors de travaux, desserte événementielle ;

- les interventions urgentes pour le rétablissement des voies de circulation routières.

Les sociétés de dépannage et de manutention sont en charge de l'enlèvement des véhicules accidentés, et de l'évacuation du fret en lien avec le transporteur.

CHAPITRE 2 - Les dangers et les risques



© Aurélien Dheilly - SDIS 60
© Aurélien Dheilly – SDIS 60

Le danger est la propriété intrinsèque d'une substance, d'un processus, d'une situation, d'un outil, d'un matériel, d'une personne pouvant entraîner des conséquences néfastes ou dommageables à l'égard d'une personne (y compris le sapeur-pompier durant l'opération) des animaux, de l'environnement ou des biens.

Le risque quant à lui est la probabilité, la potentialité que les effets du danger se produisent. Le plus souvent la notion de risque implique que le danger soit perçu par l'individu qui prend des risques.

Ce guide s'attache à ne présenter que les principaux risques qu'ils soient génériques aux véhicules ou spécifiques à une infrastructure (feu dans un tunnel par exemple).

Dans le milieu routier, le danger principal vient de l'utilisation d'un véhicule et le risque :

- du comportement des usagers de la route ;
- du type et du nombre de véhicules mis en cause ;
- de la localisation où se produit l'événement (plaine, montagne, type de route, etc.) ;
- des conditions climatiques (neige, brouillard, routes submersibles, etc.) ;
- d'une défaillance technique ou structurelle (défaillance du système de désenfumage, effondrement d'un pont, etc.) ;
- de la présence de facteurs aggravants (ligne électrique, climat social, etc.).



Dans tous les cas et quelle que soit l'origine de l'événement, les dangers et les risques résident dans les conséquences pour les personnes (victimes et intervenants).

1 L'incendie.



© Djamel Ferrand – DGSCGC

Les opérations de lutte contre l'incendie sur le domaine routier concernent principalement les feux de véhicules de toute nature et de tout volume. S'agissant des incendies de mobilier urbain, ces derniers nécessitent le plus souvent des moyens d'extinction limités.

La gravité des incendies de véhicules est liée à la présence combinée ou non des éléments suivants :

- la présence de victimes ;
- le chargement transporté par le véhicule (animaux, produits dangereux, etc.) ;
- le mode de carburation (essence, électrique, GPL-c, etc.) ;
- la présence d'huile, des pneumatiques, de matières plastiques en quantité plus ou moins importante, d'aluminium, etc.
- la présence de dispositifs pyrotechniques et de suspensions à air ;
- la localisation du véhicule (en infrastructure, isolé, en façade, en milieu très urbanisé ou en milieu rural, etc.).

Dans la majorité des cas, ce type de feu ne présente pas de difficultés particulières à son extinction. Les conséquences principales du risque incendie sont, pour les personnes, la toxicité des fumées et les brûlures.

1.1 Les incendies de véhicules.

1.1.1 La présence d'un gaz comme carburant.

Un incendie de véhicule utilisant un gaz comme énergie présente deux risques principaux : la création d'une ou plusieurs torchères et la rupture de l'enveloppe du réservoir contenant le gaz.

La torchère



*Torchère sur un véhicule sur ses roues
© BSPP*

Le fonctionnement des dispositifs de sécurité (soupape de sécurité, thermo-fusible) peut provoquer une torchère de gaz enflammée qui peut atteindre 15 mètres. Le gaz peut être libéré par cycle ou en continu. Cela dépend notamment :

- du dispositif de sécurité concerné, un thermo-fusible libérera le gaz en continu et une soupape par cycle ;
- l'état du gaz lorsqu'il est libéré (phase gazeuse ou phase liquide) et la position du véhicule.

Il est important de retenir que le déclenchement:

- de la soupape pour un véhicule sur ses roues entrainera une torchère en phase gazeuse cyclée ;
- de la soupape pour un véhicule sur le toit entrainera une torchère en phase liquide continue (absence de cycles) ;
- du thermo fusible entrainera une torchère continue (absence de cycles) en phase gazeuse.

La conception des véhicules fait que la torchère est orientée dans la direction qui représente le moins de danger pour les occupants du véhicule soit vers l'arrière du véhicule. L'orientation de la torchère peut dépendre également de l'emplacement des réservoirs dans le véhicule et de la position du véhicule.

Si les réservoirs sont situés :

- en partie basse (VL par exemple), la torchère peut être dirigée soit vers le bas soit vers le haut ;
- en partie haute (bus par exemple), la torchère est généralement dirigée vers le haut.

L'angle d'orientation de la torchère est en général compris entre -45° et 45° par rapport à l'axe horizontal du véhicule sur ses roues.

Véhicule sur le toit © Adrien Gransagne – SDIS 86



Les réservoirs de stockage du gaz naturel comprimé sont équipés d'un à plusieurs dispositifs de sécurité homologués qui libèrent le gaz en cas d'incendie et/ou d'élévation de température dépassant 110°C . **Le déclenchement n'est pas instantané, il faut un certain temps, de l'ordre de quelques minutes, avant que ces dispositifs ne se déclenchent.** La position du véhicule n'influe pas sur le comportement des dispositifs de sécurité ni sur les caractéristiques de la fuite de gaz.

Leur **déclenchement est définitif et irrémédiable** de sorte que l'intégralité du gaz sera évacuée du ou des réservoirs concernés⁵¹. Au contact d'une source d'ignition, ce dégagement de gaz peut s'enflammer et produire une torchère. Ces dispositifs empêchent tout éclatement de réservoir.



© Jean-François Schmauch

Le rejet est très bruyant donc facilement repérable en cas d'ouverture.

⁵¹ Un réservoir de GNC ou H_2 se videra complètement en 3 minutes d'une seule traite lorsque le fusible thermique aura fondu (torchère continue).



**La flamme d'hydrogène étant invisible à l'oeil nu de jour et en l'absence de particules type poussières ou fumées dans la flamme.
Une caméra thermique peut être utilisée afin de visualiser la flamme d'hydrogène en sortie de TPRD, si la fuite est enflammée.**

- **La rupture de l'enveloppe du réservoir contenant le gaz⁵²**

Les réservoirs des véhicules utilisant un gaz (GPL-c, GNV, hydrogène) présentent les mêmes risques que les autres récipients contenant un gaz (bouteilles, citernes, etc.). Le risque est induit par l'état du gaz contenu dans le réservoir et le gaz en lui-même. De ces caractéristiques dépend également la technologie utilisée pour la fabrication de l'enveloppe des réservoirs.

Le risque principal d'un réservoir est son éclatement qui peut-être dû à :

- une exposition excessive à la chaleur qui peut réduire la résistance physique du réservoir ou conduire, pour les gaz à l'état liquide (GPL-c et GNL), à un phénomène de BLEVE⁵³ ;
- un choc mécanique portant atteinte à l'intégrité du réservoir ou de ses équipements.

La rupture de l'enveloppe du réservoir contenant le gaz a pour conséquences des effets de surpression, un flux thermique, la projection de fragments avec effets missiles, la projection de matériaux divers en provenance de l'environnement, auxquels s'ajoutent les phénomènes dangereux liés aux propriétés du gaz stocké (toxique, comburant, inflammable).

A titre d'exemple, pour un réservoir de 50 litres de GPL, les trois effets du BLEVE sont :

- la projection d'éclats avec effets missiles pouvant aller jusqu'à 100 mètres dans les zones de danger identifiées (avant et arrière) ;
- la création d'un flux thermique avec une boule de feu dont le diamètre peut atteindre 30 mètres pendant 3 secondes ;
- la création d'une surpression dont les effets peuvent être ressentis jusqu'à 120 mètres.

Pour les poids lourds, la rupture du réservoir pourrait provoquer un BLEVE dont les effets létaux pourraient atteindre 750 mètres à l'air libre.

Des essais ont permis de démontrer que la mise en œuvre des lances à eau en jet droit puis en jet diffusé d'attaque, à un débit limité à 250 litres par minute dirigé sur le réservoir n'occasionne pas de fragilisation de l'enveloppe des réservoirs de gaz.



Il conviendra de rester en permanence vigilant à la présence de bouteilles de gaz se trouvant à l'intérieur des véhicules (camping-car, utilitaire, etc.).

La présence de dispositifs de sécurité sur les réservoir de GPL-c ne permet pas d'exclure totalement le risque.

⁵² Cf. GDO « interventions en présence de gaz. »

⁵³ Cf. GDO « intervention en présence de gaz. »

SITUATION	INCIDENCE	RISQUES
Véhicule retourné ou couché	La soupape se trouve dans la phase liquide. En cas d'ouverture, malgré la torchère, il n'y a pas de changement d'état à l'intérieur du réservoir donc pas de baisse de température	BLEVE
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 (qui n'est pas en contact de la phase liquide) 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	Rupture d'enveloppe*
Réservoir en espace clos (coffre ou caisse utilitaire)	La torchère en espace clos implique une augmentation rapide de la température et de la pression	Rupture d'enveloppe*

*Effets thermiques du BLEVE mais sans les effets mécaniques.

1.1.2 La présence de batteries de traction haute tension.

L'emballement thermique⁵⁴ d'une batterie est un phénomène qui peut intervenir lorsque celle-ci est soumise à une température élevée. Cet emballement peut également être lié à un court-circuit interne ou à une surcharge. Il survient dans des délais pouvant aller de 30 minutes pour les batteries de nouvelles technologies à 20 minutes pour des batteries utilisant des technologies plus anciennes.



La combustion totale d'une batterie peut durer plusieurs heures. Lorsque son extinction est incomplète le risque de réinitiation peut subsister au-delà de 24 h.

Un emballement thermique d'une batterie se caractérise notamment par :

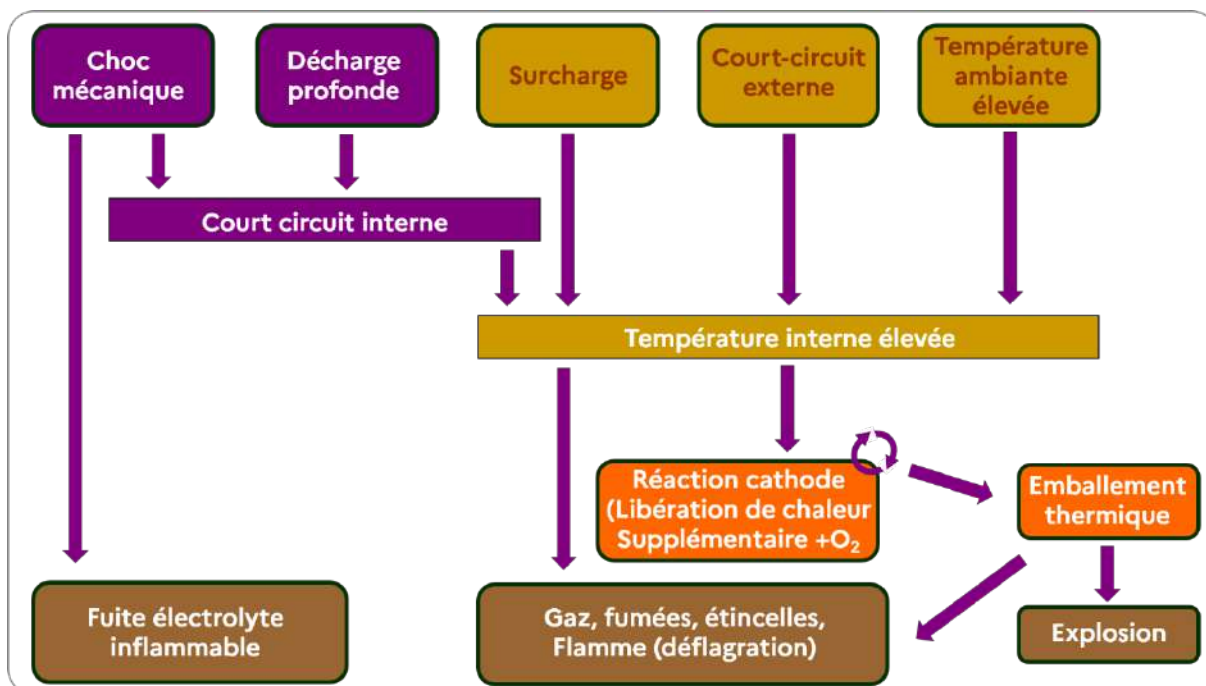
- des crépitements ;
- un bruit de gaz sous pression qui peut être assimilé au bruit d'une torchère ;
- un épaississement des fumées ;
- un changement de couleur des flammes qui vont être plus claires, plus vives ;
- une élévation de la température ;
- un feu entretenu ;
- un flux rayonné important.

L'emballement thermique des batteries au lithium métal-polymère (LMP) se caractérise par un feu violent, très fumigène, avec des flammes colorées et des projections, à plusieurs mètres, de particules de métal en fusion.



En cas d'emballement thermique, la réaction chimique entraîne un dégagement de gaz toxiques (fluorure d'hydrogène, acide chlorhydrique, etc.). Un feu de batteries LMP entraîne de violentes explosions et des projections de métal en fusion en cas de projection d'eau.

⁵⁴ Un emballement thermique est comparable à une fuite de gaz enflammée.



Emballement thermique d'une batterie © CNPP

1.1.3 Les alliages



© Fabrice Balsamo - DICOM

Les alliages peuvent projeter, au contact de l'eau, des métaux en fusion lors de l'extinction de l'incendie. L'aluminium, le magnésium se retrouvent de plus en plus fréquemment dans les carters, bloc-moteur, radiateurs, jantes.



Lors d'incendie, l'utilisation de l'eau sur des alliages pourra entraîner une réaction violente avec projection de métaux en fusion.

1.1.4 L'ultra capacité des condensateurs.

Les constructeurs automobiles équipent certains véhicules du système « Start and stop ». Ces véhicules disposent d'un dispositif de maintien de charge et d'un condensateur appelé « système ultra-capacité ». En cas d'écrasement du « système ultra capacité », et selon la technologie utilisée, un dégagement d'acétonitrile (gaz toxique et inflammable) peut se produire. Le système est généralement localisé dans l'aile avant gauche ou à proximité du plancher.

Pour les véhicules hybrides, électriques et pile à combustible, les condensateurs emmagasinent un courant haute tension et peuvent émettre des gaz toxiques et explosifs lorsqu'ils sont éventrés.



© Mazda

1.1.5 Les pneumatiques.

Lors d'un incendie de véhicule, l'éclatement d'un pneu peut s'avérer dangereux voire mortel pour les secours (souffle, effets missiles, impact auditif). Il peut survenir « à retardement », ou après l'extinction complète du véhicule.

On attribue généralement l'éclatement d'un pneu à sa surchauffe, à une dégradation, une usure, mais son origine peut également provenir de la pyrolyse du pneu⁵⁵.



Une attention particulière doit être portée aux engins lourds, où la pression résiduelle et la structure métallique sont conséquents.

1.1.6 Les vérins hydrauliques.

La plupart des véhicules sont équipés de vérins équilibreurs destinés à faciliter l'ouverture des capots et/ou hayon. Ils peuvent être hydrauliques, pneumatiques ou commandés électriquement ou mécaniquement.

Les vérins de capot et de coffres, peuvent être pneumatiques et/ou électriques. Aujourd'hui de plus en plus gros et de plus en plus puissants, ils présentent également certains risques en cas de découpe, d'arrachement ou d'incendie (projectiles en effets missiles).

Lors d'un feu de véhicule, il est fréquent de voir ces vérins être projetés à grande vitesse en dehors des véhicules, ce qui présente un risque pour les personnes environnantes dans un rayon relativement large. Une projection d'huile peut se produire suite à un sectionnement du vérin. D'une manière générale, on évitera de les sectionner.

⁵⁵ Ainsi lorsque le pneu est soumis à une chaleur intense, le caoutchouc se dégrade. Il se décompose en substances chimiques, dont le méthane et l'hydrogène. Ces vapeurs inflammables en contact avec l'oxygène emprisonnées dans le pneu s'enflamment lorsque la température atteint 430°C, pour produire une explosion.

1.1.7 La présence de rétroviseurs électro-chromatiques.

Les rétroviseurs électro-chromatiques, intérieurs et extérieurs, contiennent un liquide électrolytique assurant la fonction anti éblouissement automatique. Le bris de verre du rétroviseur peut s'accompagner d'une fuite du liquide.

Ce liquide est irritant et ne doit pas rentrer en contact avec la peau, les yeux et les voies respiratoires.



1.1.8 Les systèmes d'extinction automatique.

Des systèmes d'extinction automatique sous pression permettant l'extinction des blocs moteurs peuvent être rencontrés sur les bus et les voitures.

Une cartouche de gaz contenant par exemple de l'argon peut se retrouver sous une aile avant.

Dans le cadre des opérations de secours routier ou d'incendie, cet équipement devra être pris en compte.



1.1.9 Les différents matériaux utilisés.

L'utilisation de matériaux de plus en plus nombreux et diversifiés a augmenté considérablement le potentiel calorifique et la concentration d'éléments chimiques dans les véhicules de nouvelle génération.

1.2 Les incendies de tunnels.⁵⁶

Les accidents ou incendies de véhicules peuvent avoir des conséquences aggravées en tunnel, en raison de l'espace restreint et du caractère confiné du milieu.

Un incendie de poids-lourd, s'il est à la fois confiné, bien alimenté en air et avec un chargement particulièrement combustible, peut prendre rapidement des proportions non maîtrisables, alors que ça n'aurait pas été le cas à l'air libre⁵⁷.



L'incendie de véhicule, notamment de poids lourds, est l'événement le plus redouté en tunnel routier.

La puissance thermique d'un incendie de véhicule varie entre 2 MW (petit incendie de véhicule de tourisme) et 200 MW (incendie d'une citerne d'hydrocarbures).

Véhicule	Débit calorifique	Fumée produite m³/sec
Véhicule léger	~ 2 à 8 MW	20 à 40 m³/s
Poids lourd	~ 30 MW à 100 MW	40 à 90 m³/s
Poids lourd marchandises dangereuses	~ 200 MW	90 à 300 m³/s

Estimation des débits calorifiques et des débits de fumées

⁵⁶ Les incendies de parcs de stationnement couverts sont traités dans le GDO « Lutte contre l'incendie » à paraître.

⁵⁷ Note d'information N°13 - CETU



Dans la plupart des cas, l'incendie produira un volume de fumée important remplissant plusieurs fois le volume du tunnel il est donc nécessaire de disposer d'un désenfumage adéquat.

Le développement de ce type d'incendies peut engendrer des risques pour les personnes, les biens et l'ouvrage liés à :

- **un important dégagement de fumées** qui deviennent progressivement très opaques et handicapantes, perturbant les usagers pour se repérer et cheminer vers les issues de secours. Ces fumées peuvent rapidement se propager dans l'ouvrage, loin de la zone du foyer sous l'effet du courant d'air et/ou de la dynamique du foyer, en l'absence d'échappatoire du fait du caractère confiné⁵⁸ ;

Dans les études spécifiques de dangers des dossiers de sécurité des tunnels, la vitesse de fuite des usagers est estimée en moyenne⁵⁹ à :

- 3,6 km/h (1 m/s) cas courant ;
 - 1,8 km/h (0,5 m/s) en cas de visibilité dégradée ;
 - 1 km/h (0,3 m/s) en cas d'absence de visibilité.
- **la toxicité des fumées** : les usagers qui n'ont pas évacué le tunnel sont progressivement incommodés voire asphyxiés par les fumées dont la toxicité augmente avec le temps tant que l'incendie est actif ;
 - **la chaleur** dégagée par l'incendie engendre de fortes températures pouvant aller jusqu'à créer un "effet de four" : 1000 à 1200 °C⁶⁰.

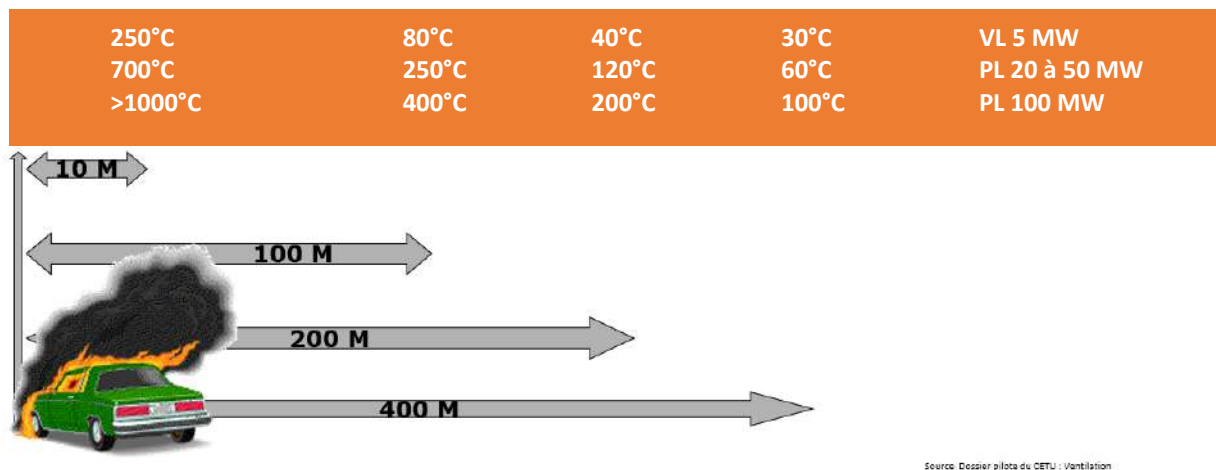
Au-delà d'un certain stade, les effets de l'incendie peuvent détruire des équipements de sécurité du tunnel (éclairage, ventilation, systèmes de communications, ...), mais aussi provoquer la chute d'objets lourds fixés en plafond (signalisation, ventilateurs, ...).

L'accessibilité au foyer peut être compromise si une longueur du tunnel n'est pas accessible aux secours.

⁵⁸ Lorsque l'incendie n'est pas maîtrisé, on peut parler de **mur de fumée** dont la vitesse peut dépasser les 10 km/h (14,4 km/h lors de l'incendie du tunnel du Mont-Blanc) notamment en fonction de la vitesse du courant d'air naturel liée aux contrepressions aux têtes d'ouvrage.

⁵⁹ Ces vitesses prennent en compte les différents profils possibles d'usagers qui varient en fonction de l'âge, de l'état de santé et de l'état de forme.

⁶⁰ Rapport de la mission administrative d'enquête technique sur l'incendie survenu au TMB.



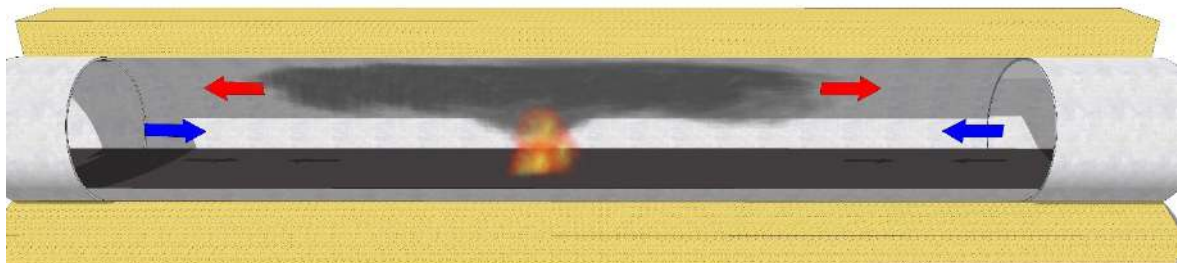
*Ordre de grandeur des températures des fumées en voûte pour un tunnel donné, sous le vent du foyer pour une vitesse du courant d'air de l'ordre de la vitesse critique (cf infra).
© Dossier pilote ventilation du CETU*

Les feux dans les parties techniques peuvent fortement compromettre la circulation des usagers même si leur puissance et les implications pour la sécurité sont généralement moindres.

1.2.1 Le comportement des fumées d'incendie dans un tunnel.

Un incendie produit des fumées chaudes qui tendent à se plaquer en sous-face de la voûte ou du plafond du tunnel. Le comportement des fumées est différent, selon le courant d'air longitudinal et/ou la pente du tunnel. En l'absence de courant d'air longitudinal, les fumées se maintiennent en partie haute du tunnel sur d'assez longues distances.

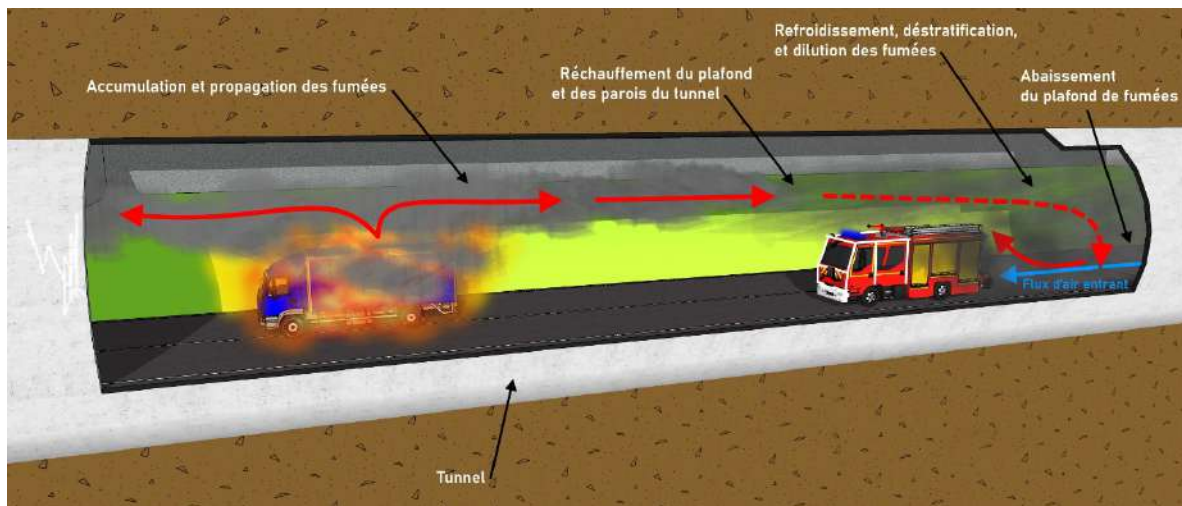
Si le tunnel n'est pas en pente, les fumées se propagent généralement de façon symétrique dans les deux directions à une vitesse de l'ordre de 1 à 2 m/s pour un incendie de véhicule léger et certains poids lourds et jusqu'à environ 3 m/s pour des poids lourds avec chargement combustible.



Développement d'un sinistre dans un tunnel en l'absence de pente © Guillaume Vermeulen – SDIS 59

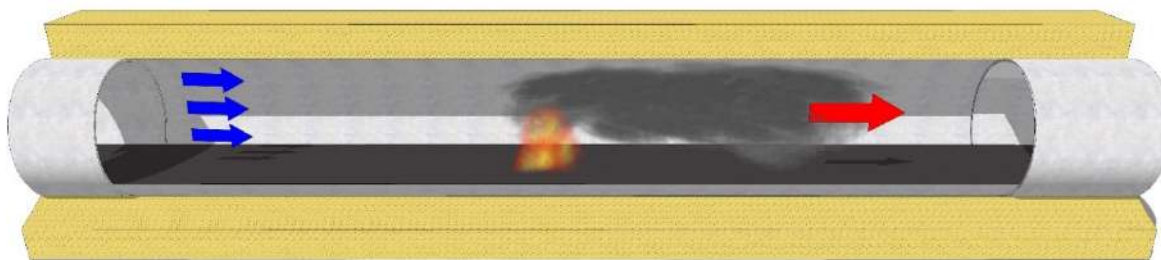
Au fur et à mesure de sa progression, la couche de fumées se refroidit et sa vitesse diminue. Une couche d'air frais se maintient sous la couche de fumée sur plusieurs centaines de mètres. Elle est entraînée en direction de l'incendie.

En continuant de s'éloigner, les fumées se rapprochent du sol et sont susceptibles d'être renvoyées vers le feu par le courant d'air contraire. Elles occupent alors tout l'espace du tunnel (phénomène de retour de nappe).



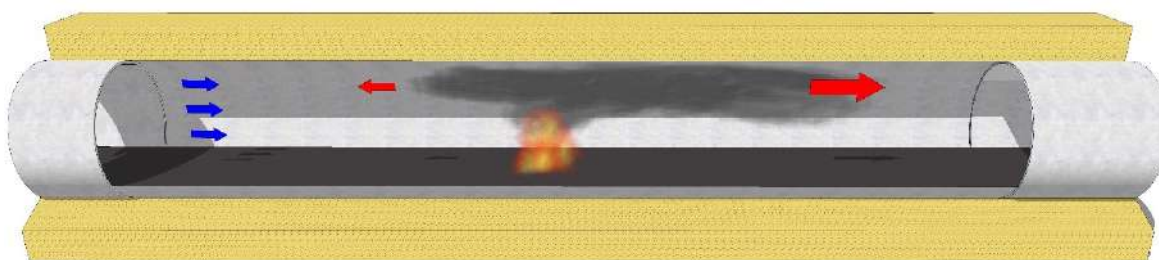
Phénomène de retour de nappe © Guillaume Vermeulen

Dans le cas d'un feu de transport de marchandises dangereuses, la vitesse peut atteindre environ 4 m/s. La stratification est alors généralement compromise compte tenu de la quantité de fumée produite et de la violence du foyer. En présence d'un courant d'air longitudinal suffisant, toujours en l'absence de pente, l'ensemble des fumées est poussé d'un seul côté par le courant d'air. On appelle vitesse critique (VC) la vitesse de l'air à partir de laquelle toutes les fumées sont repoussées d'un seul côté et rapidement destratifiées.



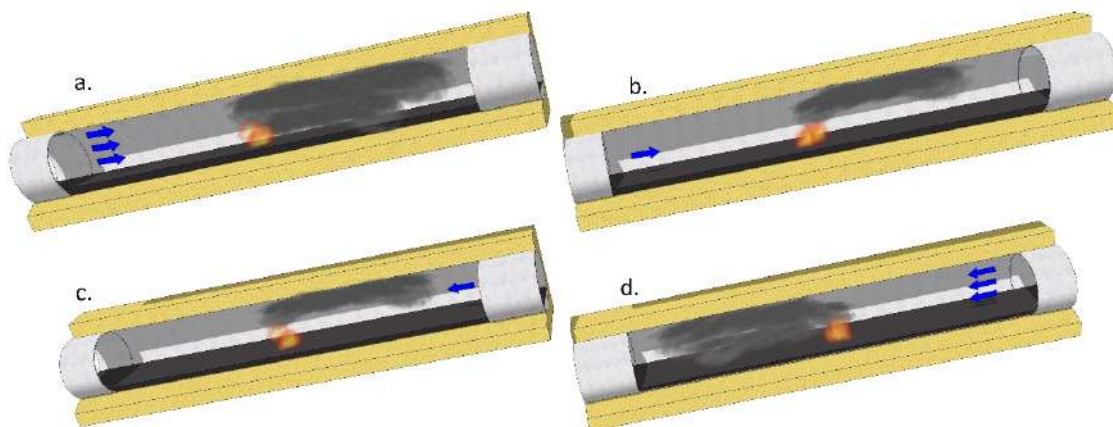
© Guillaume Vermeulen- SDIS 59

Lorsque la vitesse de l'air est inférieure à la vitesse critique, on y voit en particulier le phénomène de nappe de retour (*backlayering* en anglais), qui consiste en une couche stable de fumées au vent du foyer.



© Guillaume Vermeulen- SDIS 59

La déclivité longitudinale d'un tunnel a pour conséquence de modifier le mouvement des fumées, en raison de la poussée d'Archimède exercée sur les fumées chaudes en créant un effet cheminée.



© Guillaume Vermeulen- SDIS 59

Comportement des fumées dans un tunnel : (a) courant d'air ascendant ; (b) courant d'air ascendant modéré ; (c) courant d'air descendant modéré ; (d) courant d'air descendant fort



Le développement de l'incendie et l'élévation de température peuvent conduire à des phénomènes de nappe de retour (*backlayering*) ainsi qu'à l'auto-inflammation de matériaux et de véhicules situés même à grandes distances (jusqu'à plusieurs centaines de mètres).

1.2.2 Le comportement de l'incendie en fonction de l'énergie du véhicule.

L'identification des véhicules et de leurs énergies est fortement souhaitable pour les services de secours. La connaissance de l'heure du début de l'événement est également indispensable pour déterminer le temps pendant lequel le véhicule et son réservoir sont soumis à un phénomène thermique.

L'enjeu est alors d'évaluer le risque que les équipes soient confrontées à des phénomènes de feu torche, d'explosion de nuage (consécutif à un accident) ou de rupture de réservoir (consécutif à un incendie).



L'augmentation du trafic des véhicules à nouvelles énergies augmente la fréquence des événements redoutés avec la présence potentielle de plusieurs énergies différentes dans un même ouvrage. Il convient d'être vigilant sur d'éventuels effets domino.

Les véhicules électriques, hybrides peuvent poser problème :

- d'une part à cause de la difficulté à maîtriser l'incendie et de la quantité d'eau nécessaire ;
- d'autre part quant à leur évacuation de l'ouvrage compte tenu du risque de reprise de feu. Les exploitants eux-mêmes (disposant de leurs propres moyens de dépannage) ou les dépanneurs pourraient être réticents à déplacer ce type de véhicule.

Un événement (accident, incendie) mettant en cause un véhicule au gaz dans un tunnel peut avoir des conséquences plus importantes qu'à l'air libre, dont les phénomènes principaux sont :

- une réflexion des effets (torchère) sur les parois du tunnel, pouvant potentiellement exposer les intervenants à des effets dangereux ;
- une accentuation des effets des explosions des réservoirs du fait de la réflexion des parois (piédroits et voute) ;

- le confinement du gaz en cas de fuite. La prise en compte de la nature et des caractéristiques du gaz concerné est encore plus prégnante dans le cas d'un tunnel.



Le confinement créé par le tunnel accentue les phénomènes attendus lors d'un incendie d'un véhicule au gaz (GPL, GNV, H₂).

L'incendie ou l'accident d'un véhicule peut engendrer des désordres dans la structure du tunnel et sur ses équipements :

- une possible fragilisation prématurée de la voûte avec une chute d'éléments ;
- un impact sur les éléments de second œuvre (dalle de ventilation, voiles, portes, sas, ...) ;
- une chute d'équipements ou de morceaux d'équipements (gouttelettes de plastique fondu) soumis à l'incendie ou à une explosion ;

2 Les accidents de la circulation.

En France, en 2023⁶¹, 3398 personnes sont décédées et 235 000 ont été blessées dans 51641 accidents de la circulation.

2.1- Les mécanismes d'un accident de la circulation.

Les secours peuvent être confrontés à des accidentés qui, parfois les attendent à l'extérieur du véhicule, assis, voire debout. Toutefois ces derniers peuvent souffrir de plusieurs types de lésions internes graves et la situation rencontrée ne traduit pas forcément la gravité des blessures. C'est pourquoi il est important d'effectuer une « lecture » approfondie de l'accident afin d'obtenir des indications nécessaires pouvant guider à une meilleure prise en charge des victimes.



La recherche du mécanisme de l'accident reste primordiale pour identifier les lésions des victimes, et ce quel que soit le type et l'état du véhicule.

⁶¹ Source Observatoire national interministériel de la sécurité routière

2.1.1- Le choc frontal.

Responsable de la déformation du compartiment moteur et des principaux renforts de l'habitacle, ce mécanisme déclenche les systèmes de sécurité passive nécessaires à la protection des occupants⁶².

Le déploiement des airbags frontaux, la déformation du ou des montant(s) avant, une intrusion du ou des roue(s) dans l'habitacle, une victime coincée par le volant ou le tableau de bord sont des signes d'un accident à cinétique élevée.

© F. Coutin – SDIS 17



2.1.2 Le choc latéral.

C'est le choc le plus létal pour les passagers, mise à part pour les enfants qui se trouvent dans leur siège auto. En effet, lors d'un choc latéral, l'habitacle subit le plus de déformation. Il impose un abord du côté opposé quand cela est réalisable.

Le déploiement d'airbags situés sur le côté (latéraux, rideaux) et sur le siège avant conducteur, la déformation du montant central (structure plus épaisse et renforcée) ou une intrusion importante dans l'habitacle sont des indicateurs d'un accident violent.

© F. Coutin – SDIS 17



2.1.3 Le choc arrière

Un choc par l'arrière peut entraîner essentiellement des atteintes cervicales, crâniennes ou dorsales. Les organes de sécurité passifs présents à bord des véhicules sont essentiellement conçus pour apporter un niveau de protection optimal face à des chocs avant ou latéraux, mais moins pour des chocs arrière.



Environ 11,6 % des accidents corporels impliquent un choc par l'arrière entre deux véhicules. Ces accidents sont fréquents, notamment dans les contextes de trafic dense ou de non-respect des distances de sécurité. Même à faible vitesse, ce type d'accident peut parfois causer une forte déformation de la structure du véhicule dans l'axe de sortie arrière.

© A Gransagne – SDIS 86

⁶² Lors d'un accident tous les airbags ne se déclenchent pas, seuls ceux ayant reçu l'information de ECU, c'est-à-dire en rapport avec le type de choc.

2.1.4 Le retournement.

Les accidents impliquant un véhicule qui repose totalement ou partiellement sur le toit, sont à classer en deux catégories.

- Ceux où la structure du pavillon est intacte ;
- Ceux où le pavillon est déformé. Dans ce deuxième cas, l'écrasement du véhicule rend l'accès aux victimes difficiles. Un retournement n'est pas obligatoirement le résultat d'une grande cinétique.

© F. Coutin – SDIS 17



Il est alors nécessaire de rechercher des indicateurs pouvant nous renseigner sur la cinétique du choc comme : une détérioration de l'environnement consécutive à plusieurs tonneaux, la déformation du véhicule, le déclenchement d'airbags ou l'éjection de victimes.

2.1.5 L'encastrement.

C'est le fait qu'un véhicule termine sa course sous le châssis d'un autre engin, contre un arbre, un mobilier urbain (poteau, lampadaire). Il peut provoquer un effondrement partiel ou total des structures, demandant une stabilisation et une décompression.

Ce type d'accident implique le plus souvent des poids lourds qui ne sont pas dotés de barres anti-encastrements, ou à la suite d'un choc à forte cinétique.

© Djamel Ferrand – DGSCGC



2.1.6 L'écrasement.

L'écrasement d'un véhicule sur un autre exige un calage particulier où plusieurs dispositifs de stabilisation seront utilisés pour sécuriser l'ensemble des véhicules.

© Bastien Guerche – DGSCGC



Quel que soit le mécanisme, il est important de rester vigilant sur la réaction qu'un véhicule peut avoir lors des phases de découpe. Un métal peut être étiré, plié ou tordu risquant une libération d'énergie et une déstabilisation du véhicule pouvant mettre en danger les secours et les victimes.

2.1.7 Le sur-accident.

Un sur-accident est un accident venant aggraver un accident s'étant déjà produit. Les carambolages sont des sur-accidents typiques des accidents routiers sur une autoroute.



Le sur-accident est un des principaux risques, auxquels s'exposent les sapeurs-pompiers dès lors qu'ils interviennent sur le réseau routier public. La prévention du risque de sur-accident doit être une action prioritaire des primo-intervenants. Elle passe notamment par la mise en place d'un balisage.

2.2 Les différents types de victimes.⁶³

Les victimes des accidents de la voie publique peuvent être classées en plusieurs catégories et présentent des lésions spécifiques.

2.2.1 Les automobilistes.

Conducteurs ou passagers de véhicule, ils peuvent être :

- **ACCESSIBLES** : la victime accessible pourrait sortir seule du véhicule mais ne peut pas s'extraire d'elle-même à cause d'un traumatisme ou défaillance détectée lors du bilan⁶⁴.
- **INCARCÉRÉS** : une victime est dite incarcérée dans un véhicule si la déformation de ce dernier cause une compression de celui-ci nécessitant la mise en œuvre combinée d'outils de désincarcération dans le cadre d'une manœuvre technique souvent longue. Cette définition est dissociée de l'état de gravité de la victime ;
- **ÉJECTÉS** : victime projetée en dehors de son véhicule sous l'effet du choc. La notion de victime éjectée doit être associée à un critère de gravité.

Cette catégorisation, associée à une reconnaissance approfondie, permet au COS de construire son idée de manœuvre ou sa stratégie opérationnelle permettant d'extraire la victime.

2.2.2 Les piétons.

Lors d'un accident sur voie publique impliquant des piétons, ces derniers se retrouvent heurtés, projetés, voire écrasés suite à la collision. La localisation des lésions diffère selon la taille de la victime et le gabarit du véhicule.

Les fractures des membres inférieurs ou du bassin sont fréquentes à l'impact initial. Ensuite le piéton retombe sur le sol, généralement la tête en premier, pouvant provoquer un traumatisme associé des cervicales.

⁶³ Toutes ces données statistiques sont consultables sur le site de la sécurité routière : <https://www.onisr.securite-routiere.gouv.fr/>

⁶⁴ Les bilans. Recommandations PSE – édition décembre 2023.



© Guillaume Vermeulen – SDIS 59

2.2.3 Les utilisateurs de deux roues.

Cette catégorie concerne les cyclistes, cyclomotoristes et motocyclistes. Ils seront majoritairement éjectés, quelquefois incarcérés dans ou sous l'obstacle rencontré. Certaines lésions comme la fracture bilatérale des fémurs y sont associées et spécifiques. Les lésions aux membres inférieurs sont les plus présentes.



Le port des équipements de protection (casque, veste, bottes, renforts) complexifie l'examen de la victime et la recherche de traumatismes lors du bilan complémentaire.

3 Les autres risques et dangers.

Le champ des opérations de secours des sapeurs-pompiers sur le domaine routier est très large et présente une diversité de risques et de dangers : chutes de poteaux avec risque électrique, détérioration de coffret à gaz, feu de végétation.

Ces risques nécessitent une approche similaire en ce qui concerne les accès, la protection des personnels, le travail avec les services partenaires. Ces risques peuvent s'ajouter aux accidents de la circulation et incendies de véhicules.

3.1 La fuite non enflammée sur un réservoir.

Quel que soit le type d'énergie utilisée pour faire fonctionner un véhicule, il existe un risque de fuite. La fuite peut être la conséquence d'une défaillance technique d'un équipement ou d'une perte de l'intégrité physique du réservoir suite à un choc. Le danger présenté par ce type d'incident dépend essentiellement :

- des risques intrinsèques du produit fuyant (inflammabilité, toxicité, densité, plage d'explosivité, etc.) ;
- de la localisation de la fuite dans le véhicule. Une fuite sur un réservoir placé dans le coffre du véhicule est plus dangereuse que la fuite sur un réservoir placé à l'extérieur du véhicule ;
- de l'environnement dans lequel se trouve le véhicule.

3.2 Le déversement d'électrolyte.

Les batteries de traction sont installées dans une enveloppe conçue pour résister aux chocs mais un déversement d'électrolyte dû à une rupture d'enveloppe de la batterie de traction n'est pas à exclure. Certaines batteries utilisent des électrolytes gélifiés ou secs limitant fortement le risque de déversement.

3.3 La toxicité de gaz frigorigène.

Certains gaz frigorigènes équipant des systèmes de climatisation sont très inflammables et toxiques en cas d'incendie. Il faudra veiller à conserver l'intégrité de ce dispositif, qui est localisable avec les fiches d'aide à la décision, concernant notamment les bus.

3.4 La charge transportée.

La cargaison des poids lourds et/ou des véhicules utilitaires doit faire l'objet d'une attention particulière. Sa nature et son volume notamment peuvent avoir des conséquences sur les opérations d'extinction ou de désincarcération.

Les principaux risques et dangers liés au transport de matières dangereuses identifiés lors de la survenue d'un accident sont :

- un incendie : il peut être dû à l'inflammation d'une fuite de produit inflammable transporté ;
- un dégagement de nuage toxique : il peut être dû à une fuite de produit toxique ou des fumées produites lors d'une combustion (même si le produit initial est non toxique). Ce nuage va s'éloigner du lieu de l'accident au gré des vents actifs. Par conséquent, un périmètre de sécurité sera mis en place autour du véhicule accidenté ;
- une explosion : elle peut être générée par un choc avec production d'étincelles (notamment pour les citernes de gaz inflammable), par l'échauffement d'une cuve de gaz (liquéfié, comprimé ou non), par la mise en contact de plusieurs produits incompatibles ou encore par l'allumage inopiné d'artifices ou de munitions ;
- une corrosion qui attaque les matériaux et tissus des victimes contaminées par le produit répandu lors de l'accident en y provoquant des nécroses et des brûlures ;
- une pollution du sol et / ou des eaux : elle est due à une fuite de produit liquide qui va ensuite s'infiltrer dans le sol et / ou se déverser dans le milieu aquatique proche. L'eau est un milieu extrêmement vulnérable, qui peut propager la pollution sur de grandes distances et détruire ainsi des écosystèmes.

CHAPITRE 3 - La sécurité des intervenants



© Bastien Guerche – DGSCGC

La sécurité des intervenants repose sur la connaissance de la doctrine applicable à l'opération de secours, la formation des personnels spécialistes ou non et le port d'équipements de protection individuelle (EPI) adaptés aux dangers. **Les primo-intervenants** revêtiront donc les EPI dont ils disposent en fonction de la situation. L'implication des primo-intervenants dans une opération de secours dépend également des limites d'emploi des équipements à leur disposition. **Les spécialistes** (RCH, USAR, RAD, etc.) quant à eux, disposent d'équipements particuliers.

Des incidents pouvant se produire tout au long de l'action des sapeurs-pompiers, il convient de se concentrer sur les missions suivantes :

- assurer le suivi de la situation en matière de sécurité du personnel engagé tout au long de l'intervention ;
- établir les échanges d'informations avec les différents services engagés aux côtés des services de secours (gestionnaires du réseau routier, opérateurs d'énergies , etc.) ;
- communiquer avec les responsables de secteur pour évaluer et gérer les risques (notamment structurels) ;
- élaborer un dispositif tactique d'évacuation d'urgence ;
- assurer la logistique et le soutien santé de l'opération de secours.



Après analyse de la balance « bénéfice / risque », le COS établira donc son idée de manœuvre en fonction des équipes, du matériel dont il dispose, des risques et des enjeux.

La conduite d'une opération de secours sur le domaine routier repose sur plusieurs principes qui concourent à la sécurité des intervenants :

- assurer la sécurisation de la zone d'intervention, compte tenu du contexte routier et du risque de sur-accident notamment (signalisation d'urgence, zonage...) ainsi que des risques inhérents aux véhicules (risque incendie, explosif et chimique) ;
- assurer la sécurité des intervenants et de(s) la victime(s) au regard des énergies embarquées et du risque d'instabilité du véhicule, en neutralisant ces énergies et en immobilisant le véhicule ;
- assurer la sécurité des intervenants et de(s) la victime(s) au regard des équipements impactant du véhicule (airbags, renforts...), en identifiant et en localisant ces équipements, avant toute opération de désincarcération (dégarnissage, FAD...).



En cas de péril imminent, le commandant des opérations de secours prend les mesures nécessaires à la protection de la population et des acteurs présents et à la sécurité des personnels engagés.

1- La protection des intervenants.

L'évolution sur le domaine routier nécessite le port d'EPI haute-visibilité en complément des autres EPI (tenue de feu, tenue de service et d'intervention).

Avant de descendre de l'engin, il convient de s'assurer que la circulation le permette et dans la mesure du possible, sortir du véhicule du côté opposé à la circulation. Pendant tout déplacement sur la chaussée, la vigilance des personnels doit être accrue et peut être complétée par la mise en place d'une vigie (sonnette) assurée par un personnel faisant face à la circulation.



En cas de déplacement seul, le faire de préférence, derrière les glissières de sécurité, en suivant un itinéraire le plus éloigné possible de la circulation.

1.1 L'arrivée des moyens sur les lieux.

Les manœuvres destinées à rejoindre les lieux de l'accident et y stationner les véhicules d'intervention ne doivent pas surprendre les autres intervenants et les usagers.

Les conducteurs veillent à :

- diminuer progressivement leur vitesse ;
- indiquer leur changement de direction par l'usage des clignotants ;
- maintenir les avertisseurs lumineux ;
- se mettre du même côté que les engins déjà engagés afin que le chantier soit organisé ;
- se positionner conformément aux consignes du COS.

Sur intervention, lors des différentes manœuvres, les engins sont obligatoirement guidés.

Lors de l'arrêt de l'engin, le conducteur veillera à braquer les roues du véhicule en direction opposée à la zone de flux de manière à éviter, en cas de choc violent par l'arrière, la projection de l'engin dans la direction du lieu de l'accident.

1.2 La matérialisation de la zone d'intervention.



© Sylvain Lefort – SDIS 60

Si la régulation de la circulation et la signalisation des lieux ne relèvent pas directement des SIS, certaines actions opérationnelles doivent être engagées par les services d'incendie et de secours.

La signalisation temporaire d'urgence constitue les premières actions de sécurisation de la zone d'intervention et des intervenants.

La protection de la zone d'intervention permet d'informer l'utilisateur, le guider et le convaincre de modifier son comportement pour l'adapter à une situation inhabituelle.



Le zonage opérationnel sur le domaine routier doit donc être visible, compréhensible, adapté au danger et sans équivoque.

Le zonage opérationnel doit être adapté et tenir compte :

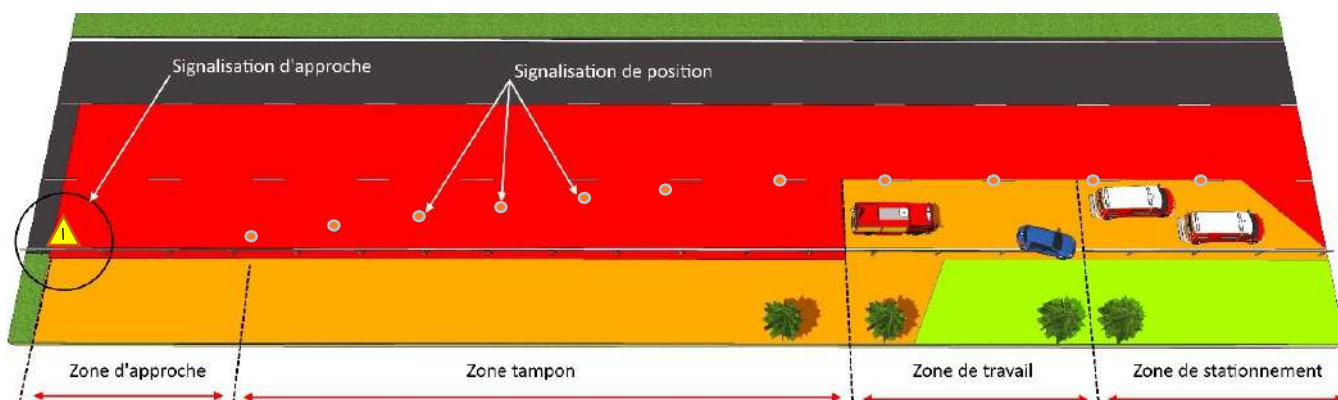
- des caractéristiques de la voie (largeur, vitesse de circulation, ...) ;
- de l'importance, de la configuration et de la durée de l'opération ;
- de la visibilité liée aux facteurs géométriques de la route (virages, bosses...), mais également aux conditions ambiantes (brouillard, nuit...);
- de l'importance du trafic ;
- des conditions météorologiques ;
- de la vitesse de circulation réelle des usagers.



La régulation de la circulation est une mission qui incombe aux forces de l'ordre et non aux sapeurs-pompiers.

Lors de l'intervention du SIS sur un réseau concédé autoroutier et routier, la signalisation temporaire mise en place par le SIS répond aux objectifs de sécurité fixés par le zonage opérationnel défini dans le présent guide.

Cette signalisation temporaire d'urgence mise en place par le SIS doit être remplacée, dans son intégralité et dans les plus brefs délais, par les services de la société concessionnaire⁶⁵ ou l'autorité de gestion des routes.



Pour des raisons de représentation, ce schéma n'est pas à l'échelle © Guillaume Vermeulen –SDIS 59

Le zonage opérationnel s'appuie sur différentes zones de travail du chantier :

- **la zone d'approche et/ou de pré signalisation** : Son objectif est d'avertir les usagers de la route qu'ils arrivent sur une zone de danger. Cette zone s'arrête au début de la zone tampon matérialisée par le début du biseau, ou un stop-voie.

Le **biseau**, doit inciter les conducteurs à changer de voie sans marquer d'arrêt. Les cônes de Lubeck doivent être espacés de façon régulière⁶⁶. Uniquement utilisé sur les voies à double sens de circulation.

Le **stop-voie** ne doit pas inciter les autres usagers à emprunter la voie de circulation du sens opposé sans avoir marqué un temps d'arrêt.

La flèche lumineuse d'urgence (FLU) peut être utilisée en remplacement ou en complément du biseau, uniquement sur les voies de circulation des routes à chaussées séparées.

LANGLOIS – SDIS 44

© Jérôme



Afin d'éviter un afflux d'informations, il est interdit d'utiliser plus de 2 FLU en simultanée (gestionnaires de voiries et sapeurs-pompiers compris).

- **la zone tampon** : située après la zone d'approche et en amont de la zone de travail, elle doit permettre de limiter les risques de sur-accident face à un véhicule qui n'aurait pas vu le dispositif de signalisation d'urgence et de pouvoir s'arrêter avant de percuter le premier véhicule de secours.

Sa longueur varie suivant de nombreux paramètres que le COS devra apprécier lors de son arrivée sur les lieux :

- le type d'axe routier (voie rapide, ...) ;
- sa configuration (ligne droite, virage, côte...) ;
- les conditions météorologiques (soleil, pluie, verglas, visibilité,...) ;
- l'heure (jour, nuit).

⁶⁵ Article 9 de l'annexe 1 de l'arrêté du 13 juillet 2022 relatif à l'engagement de moyens par les services d'incendie et de secours sur le réseau routier et autoroutier concédé et aux conditions d'accès et d'usage aux infrastructures routières ou autoroutières, à titre gratuit, des véhicules des services d'incendie et de secours en opération.

⁶⁶ Dans certains cas, il est possible de mettre en place un véhicule équipé de FLU dans les situations où la pose de biseau est plus dangereuse à réaliser (ex : cas d'un AVP sur la voie de gauche sur autoroute).

- **la zone de travail** : A l'intérieur de la zone de travail, on peut distinguer quatre sphères de travail qui **peuvent être déclinées de façon géographique ou fonctionnelle**, chacune présentant un niveau de risque différent pour les intervenants :
 - activités et parc à matériel liés au secours d'urgence aux personnes, situés si possible « côté victime » ;
 - activités spécifiques et parc à matériel liés aux secours routiers (actions de calage, levage, désincarcération) au plus proche de l'intervention ;
 - activités et parc à matériel liés au risque incendie (extincteur du VSAV, lance du VSR ou d'un FPT) ;
 - activités liées aux actions de commandement de l'opération de secours.
- **la zone de stationnement** : Située après la zone de travail, elle permet de positionner tous les véhicules liés à l'intervention. Cet espace doit être anticipé autant que possible. Toutefois, au fur et à mesure de l'intervention, cette zone pourra être amenée à évoluer suivant le nombre d'engins engagés ou demandés en renfort.

C'est la seule zone qui est susceptible de s'agrandir de façon importante, et d'allonger de fait, la totalité de la zone de signalisation d'urgence de l'intervention. Le stationnement des véhicules se fait, en général, en file indienne et dans le sens de la circulation.

Il faut noter toutefois que :

- l'ordre des différentes zones et notamment le stationnement des engins peut être modifié suivant la typologie de l'intervention (écoulement de produit chimique, vent pour les fumées...). Ainsi, les zones de travail et de stationnement peuvent être interverties si nécessaire ;
- en cas d'intervention de grande ampleur ou présentant de nombreuses victimes, le COS peut décider de réaliser un stationnement en épi afin de réduire la zone d'intervention.



Le zonage opérationnel sur le domaine routier doit donc être visible, compréhensible, adapté au danger et sans équivoque.

Le commandant des opérations de secours doit anticiper la venue de moyens aériens et définir le cas échéant la zone de poser. Celle-ci doit être :

- suffisamment proche pour faciliter le déplacement des intervenants et des victimes ;
- suffisamment éloignée pour ne pas subir les effets de souffle de l'hélicoptère (projection de poussières ou matériaux légers).

Les services partenaires concourent à la sécurisation de la zone et peuvent fermer des voies de circulation pendant l'opération.

1.3 Le désengagement des moyens.

Le départ des lieux de l'intervention doit être réalisé de façon coordonnée et concertée avec les différents services et si possible, avec l'appui des forces de l'ordre afin de garantir un niveau de sécurité inchangé pour les intervenants restant sur place.



Le COS doit veiller à ne pas conserver sur les lieux les véhicules et les personnels dont la mission est terminée.

Le retrait du matériel de signalisation se fait dans le sens inverse de sa pose et dans la mesure du possible, sous la protection d'un véhicule tout en respectant le code de la route.

Les véhicules s'engageant dans le trafic normal doivent s'insérer, avec l'aide des forces de l'ordre, en perturbant le moins possible la circulation. Dans la mesure du possible, les voies non circulées (BAU ou voie encore neutralisée) seront utilisées pour permettre l'accélération et l'insertion dans le flux de circulation.



Une fois l'opération de secours terminée, les règles du code de la route s'appliquent sans dérogation.

2 La lutte contre l'incendie.

Le risque incendie est souvent présent lors d'un accident de la route. L'huile, les carburants répandus sur le sol et les vapeurs inflammables ou un feu naissant dans le compartiment moteur sont autant de risques que l'on peut rencontrer.

La protection incendie devra permettre d'intervenir sur tout départ de feu et sera adaptée aux risques, notamment dans le cas de véhicule à énergie alternative (électrique, hybride, GPL, GNC, GNL, H²).

Un certain nombre d'actions sont à réaliser pour éviter le début d'un incendie :

- couper le contact des véhicules accidentés et retirer la clé pour éviter toute mise sous tension intempestive ;
- recouvrir de produit absorbant ou à défaut de sable ou de terre les flaques d'hydrocarbures et de fluides répandues sur le sol.



L'utilisation de produits absorbants doit se faire de façon ciblée, sur une surface de travail raisonnable. En effet, cette tâche est du ressort du gestionnaire de la route.

Le placement des engins doit permettre l'établissement de tuyaux à l'abri en prenant en compte le positionnement des points d'eau. L'utilisation de tout écran disponible pour la protection des intervenants doit être privilégiée (mur, véhicules).

Il est opportun de procéder à l'immobilisation du véhicule si cela est possible, (risque de déplacement du véhicule par destruction des organes de frein).



Lors des feux de véhicules, le zonage a priori est fixé à 50 mètres.



L'emploi d'un ventilateur peut permettre de dévier un panache pour éviter que celui-ci ne viennent perturber les automobilistes arrivant en sens inverse. © Julien Rousset

En cas d'emballement thermique de batterie et notamment en milieu clos, il est important de noter que le fort pouvoir de solubilité de l'acide fluorhydrique gazeux par l'eau est un élément important à prendre en compte dans la conduite de l'opération.



Compte tenu de l'imprégnation possible de l'acide fluorhydrique dans les tenues, une attention particulière devra être portée sur la prise en charge des personnels intervenants et la nécessaire désorption.⁶⁷

3 Les opérations de désincarcération.

Les personnels doivent revêtir les EPI conformément au règlement départemental de port en fonction de la mission réalisée. Les risques identifiés sont ceux liés à la manipulation de matériaux coupants ou tranchants.

Les contraintes liées à la manipulation d'outils, mais également au démontage de pièces mécaniques doivent attirer l'attention sur la nécessité de disposer d'un EPI adapté aux risques tout en assurant la plus grande dextérité possible.

L'utilisation d'un masque, a minima FFP2, est préconisée pour les sauveteurs et les victimes lors de la découpe des vitrages et des matériaux pouvant produire des poussières lors de leur découpe. Des matériels en dotation collective comme des sacoches porte-outils, écran facial, protection de genoux, etc. peuvent compléter la tenue

⁶⁷ Cf GDO Prévention des risques liés à la toxicité des fumées.

de base.

3.1 L'arrimage.

Chaque fois qu'un véhicule se trouve dans une situation pouvant évoluer vers un glissement, un basculement, un déplacement en fonction de la nature du terrain, d'une pente ou d'un relief, celui-ci devra obligatoirement faire l'objet d'un arrimage. L'arrimage doit être sur un point fixe très résistant comme un arbre ou un poteau. Les lampadaires sont à proscrire car ils présentent une faible résistance... L'utilisation d'engins comme point fixe est possible à condition que ces derniers soient calés. Le treuil manuel ou électrique des engins de secours routier peut également être utilisé.

Le point d'arrimage sur le véhicule accidenté doit être choisi en fonction de sa capacité à résister (berceau, triangle de roue).



Aucun engagement de personnel à l'intérieur d'un véhicule instable ne doit être réalisé tant qu'il n'est pas stabilisé ou arrimé totalement.

3.2 La stabilisation.



La stabilisation d'un véhicule intègre le maintien de la liaison du véhicule au sol et la neutralisation des déséquilibres potentiels (latéraux et avant/arrière).

Elle est complétée et surveillée tout au long de l'intervention. L'accès aux victimes ne peut être effectué qu'après la phase de stabilisation limitant les risques pour les secouristes ou l'aggravation de l'état des victimes, sans pour autant que celle-ci ne retarde l'abordage.

L'immobilisation vise à neutraliser les effets suspensifs des véhicules. C'est une action de prévention qui contribue à limiter les mouvements dans l'habitacle et à sécuriser l'extraction de la victime hors de l'habitacle. Cette opération, non systématique, peut être réalisée au plus tôt, avant la phase de création de la voie d'extraction, afin de limiter les vibrations ou de façon différée, juste avant l'extraction de la victime.

Certaines manœuvres de calage devront prendre en compte la présence de sources d'énergie (réservoirs de gaz, batteries HT).

3.3 Le dégarnissage.

Le dégarnissage consiste à retirer les matières plastiques afin d'identifier les éléments de sécurité passive, les éléments additionnels (came de ceinture, écrous, etc.) pour faciliter les manœuvres de désincarcération.

Il se réalise avec des outils appropriés. Il permet au personnel de repérer les zones de découpes potentielles ou inappropriées (renforts de structure) et les zones de danger (câble HT, générateurs de gaz). **L'utilisation des FAD est fortement conseillée.**



Le dégarnissage est obligatoire avant toute action de désincarcération sur la zone travaillée. C'est une condition essentielle de sécurité.

3.4 Le marquage.

L'identification des zones de découpes peut être réalisée par le chef d'agrès de l'engin de secours routier afin d'éviter les zones dangereuses.

Le marquage de l'énergie⁶⁸ est nécessaire dès lors que l'opération nécessite la mise en œuvre des techniques de désincarcération, afin d'alerter les sapeurs-pompiers, les acteurs du secours et les autres partenaires (risque de fuite de gaz, risque électrique, ...). Elle est symbolisée de la manière suivante :

- Essence : ES ;
- Gazole : GO ;
- Hydrogène : H² ;
- Gaz : GPL – GNV – GNC ;
- Electrique : VE ;
- Hybride : HY.

Ce procédé est un outil d'aide à l'opération mis en œuvre par le COS.



Afin de préserver la dignité des victimes et la diffusion de fausses informations sur les réseaux sociaux, il est proscrit d'inscrire l'état des victimes sur les véhicules.

3.5 L'utilisation du matériel.

Dès que possible, le chantier est organisé de manière à permettre aux intervenants de travailler dans de bonnes conditions de sécurité.

Cette organisation s'appuie sur trois parcs (ou zone), à savoir :

- un parc à matériels où les outils ne servant pas immédiatement ou ayant servi sont rangés en position de sécurité ;
- un parc à débris ;

⁶⁸ La carburation peut être indiquée sur le capot avant ou sur le montant arrière gauche côté conducteur.

- un parc SSUAP organisé par le personnel VSAV et médical.

L'emploi des outils de désincarcération doit respecter des règles de sécurité élémentaires, à savoir :

- toujours se déplacer avec l'outil fermé, dirigé vers le bas ;
- se relayer pour limiter les efforts du poids des outils ;
- ne jamais lutter contre la force d'un outil, au contraire replacer celui-ci ;
- ne jamais placer ses mains sur les mâchoires ou lames d'un outil ;
- placer l'axe de l'outil le plus proche de la partie à découper ;
- au-delà de l'abdomen, l'outil est porté avec l'avant-bras comme un enfant.



Lors de l'utilisation des outils, il est important de ne pas se placer entre le véhicule et l'outil.

Une attention particulière doit être portée :

- sur les flexibles qui sont susceptibles d'être endommagés : ne pas porter, tirer ou déplacer les outils par les flexibles par exemple ;
- aux packs batteries et motorisation des outils électroportatifs.

CHAPITRE 4 - La construction de la réponse opérationnelle



© Jean-Claude Bernard – SDIS 89

La connaissance mutuelle des procédures, des techniques et des grands principes d'action de chacun permet aux intervenants de mener à bien et avec efficacité leurs missions, tout en respectant les exigences de sécurité adaptées aux risques.

Les primo-intervenants doivent intervenir avec le matériel en dotation dans leur engin en attendant, le cas échéant, l'arrivée des moyens spécifiques⁶⁹ d'équipe de spécialistes (USAR, RCH, etc.) et d'autre services (SMUR, forces de l'ordre, etc.) .

1- Les situations envisageables.

Les opérations de lutte contre l'incendie sur le domaine routier concerne principalement les feux de véhicules de toute nature et de tout volume. S'agissant des incendies de mobilier urbain, ces derniers nécessitent le plus souvent des moyens d'extinction limités.

Le secours et soins d'urgence aux personnes couvre un champ assez large, puisqu'il peut aller du simple conseil à une victime jusqu'à réaliser son évacuation, avec sa prise en charge par les équipes secours d'urgence aux personnes et/ou une équipe médicale.

Les accidents de la circulation regroupent les collisions qui ont lieu sur le réseau routier entre un engin roulant (notamment automobile, camion, moto, vélo) d'une part, et toute autre chose ou personne ou animal, fixe ou mobile d'autre part, qui engendrent des blessures et/ou des dégâts matériels. Ils peuvent être de différentes

⁶⁹ Moyens qui nécessitent une formation à l'emploi mais dont la mise en œuvre n'est pas conditionnée à la présence de spécialiste.

natures :

- les collisions que l'on peut caractériser par un choc direct entre deux usagers de la route (véhicule-véhicule, véhicule-piéton, etc.) ;
- les carambolages que l'on peut caractériser par une série de chocs entre plusieurs véhicules ;
- les chutes, soit du véhicule lui-même (chute depuis un pont), soit d'un élément extérieur (chute d'un arbre sur un véhicule).

2 Les documents opérationnels.

Les connaissances particulières liées aux opérations de secours en milieu routier conduisent les sapeurs-pompiers à rédiger, seuls ou en collaboration avec d'autres partenaires, des documents stratégiques ou de mise en œuvre opérationnelle et notamment :

- le schéma départemental d'analyse et de couverture des risques (SDACR) ;
- le règlement opérationnel du SIS ;
- les dispositions sur l'organisation de la réponse de sécurité civile (ORSEC) ;
- les ordres d'opération ;
- le contrat territorial de réponses aux risques et aux effets de menaces (CoTTRIM) ;
- la déclinaison locale des guides de doctrine et de techniques opérationnelles ;
- les atlas spécifiques (topographie, consignes opérationnelles, données système d'information géographique) ;
- les plans des établissements répertoriés (ETARE), établis en parallèle de documents réglementaires de sécurité tels que les plans d'opération interne (POI) et plans particulier d'intervention (PPI).

La spécificité d'un risque, les obligations légales ou encore les besoins propres à chaque organisation nécessitent des productions complémentaires qui peuvent prendre la forme de plans, de procédures opérationnelles, ou de conventions.

- les conventions avec les gestionnaires⁷⁰ du réseau routier concédé ou non peuvent fixer les interactions entre les acteurs en particulier pour le balisage et la signalisation. Ce document intègre au besoin des éléments sur les attributions de chacun des acteurs, sur la coordination et l'articulation de la réponse opérationnelle. Il définit ou précise les territoires de compétence et les conditions d'engagement ou de sollicitation des différents acteurs ;
- les plans intempéries sont élaborés par les zones de défense (ex : plan intempéries de la zone sud-ouest PISO) pour faire face aux situations météorologiques (chutes de neige, pluies verglaçantes, ...) susceptibles de dégrader très sévèrement les conditions de circulation sur les axes du réseau routier national ;
- les plans d'intervention relatif aux tunnels. Le volume des engins prévu au 1^{er} train de départ doit se faire après une étude du risque et notamment tenir compte :
 - des caractéristiques du tunnel ;
 - de la longueur du tunnel ;
 - des équipements de sécurité exigés ;
 - de la présence ou non de ventilation et le cas échéant du système de ventilation ;
 - de la défense extérieure contre l'incendie.
- le dossier d'organisation de la viabilité hivernale (DOVH). C'est un document général de présentation des objectifs, limites et dispositions d'ensemble et particulières prises pour pallier les conséquences de l'hiver sur le réseau routier départemental ;
- les documents des constructeurs⁷¹ ;

⁷⁰ Arrêté du 13 juillet 2022 relatif à l'engagement de moyens par les services d'incendie et de secours sur le réseau routier et autoroutier concédé et aux conditions d'accès et d'usage aux infrastructures routières ou autoroutières, à titre gratuit, des véhicules des services d'incendie et de secours en opération.

⁷¹ Cf annexe B

- les fiches d'aide à la décision.⁷² Ce sont des documents, de maximum 4 pages, réalisés sur la base de schémas ou de photos du véhicule, sur lesquelles sont intégrés les éléments à prendre en compte pour une désincarcération en sécurité.
- les guides d'interventions d'urgence (ou *Emergency response guide* - ERG) sont édités et diffusés par les constructeurs automobiles. Ils concernent les véhicules légers mais ils peuvent également être réalisés pour des poids lourds ou des véhicules de transport en commun.⁷³

3 La réponse opérationnelle.

Le SIS construit sa réponse opérationnelle en s'appuyant, entre autres, sur les documents cités précédemment. Elle résulte de l'adéquation entre les spécificités du territoire et les ressources humaines et matérielles du SIS.

Si l'opération de secours ne nécessite pas l'intervention d'équipe de spécialistes et/ou de moyens spécifiques, le COS peut, en cas de besoin, faire appel à un sachant⁷⁴ pour apprécier l'opportunité de la mise en place de mesures de sécurité particulières.

4 La prise d'appel et l'engagement des secours.

Une opération de secours débute dès la réception de l'appel ou des éléments transmis par un autre service au centre de traitement de l'alerte (CTA). Un questionnement adapté va permettre d'engager rapidement les secours et de conseiller le requérant.

Les éléments décrits ci-après complètent autant que de besoin les procédures propres à chaque SIS.

4.1 Les éléments à recueillir.

4.1.1 La localisation de l'intervention.

Phase capitale au bon déroulement de l'opération de secours, il convient tout d'abord de définir avec précision le lieu :

- le numéro de téléphone du requérant afin de pouvoir le rappeler si besoin voire de le localiser ;
- l'adresse de l'opération de secours (celle-ci peut être différente de celle où se trouve l'appelant) ;
- le site ou point remarquable (en particulier lorsqu'il s'agit d'une opération de secours en pleine nature) ;
- les coordonnées géographiques, topographiques, GPS ;
- tout autre renseignement utile (point kilométrique, ...)

Il se peut que le requérant ne sache pas où il se trouve et qu'aucun point remarquable ne permette de le situer. Dans ce cas et si le téléphone portable fonctionne, le CTA peut utiliser des outils pour obtenir les coordonnées GPS par l'AML⁷⁵, via la plateforme de localisation d'appels d'urgence (PFLAU), ou encore une application d'échange de SMS.

Si la victime est inconsciente ou que le téléphone du requérant est hors d'usage, la localisation peut être réalisée via les opérateurs et services partenaires.

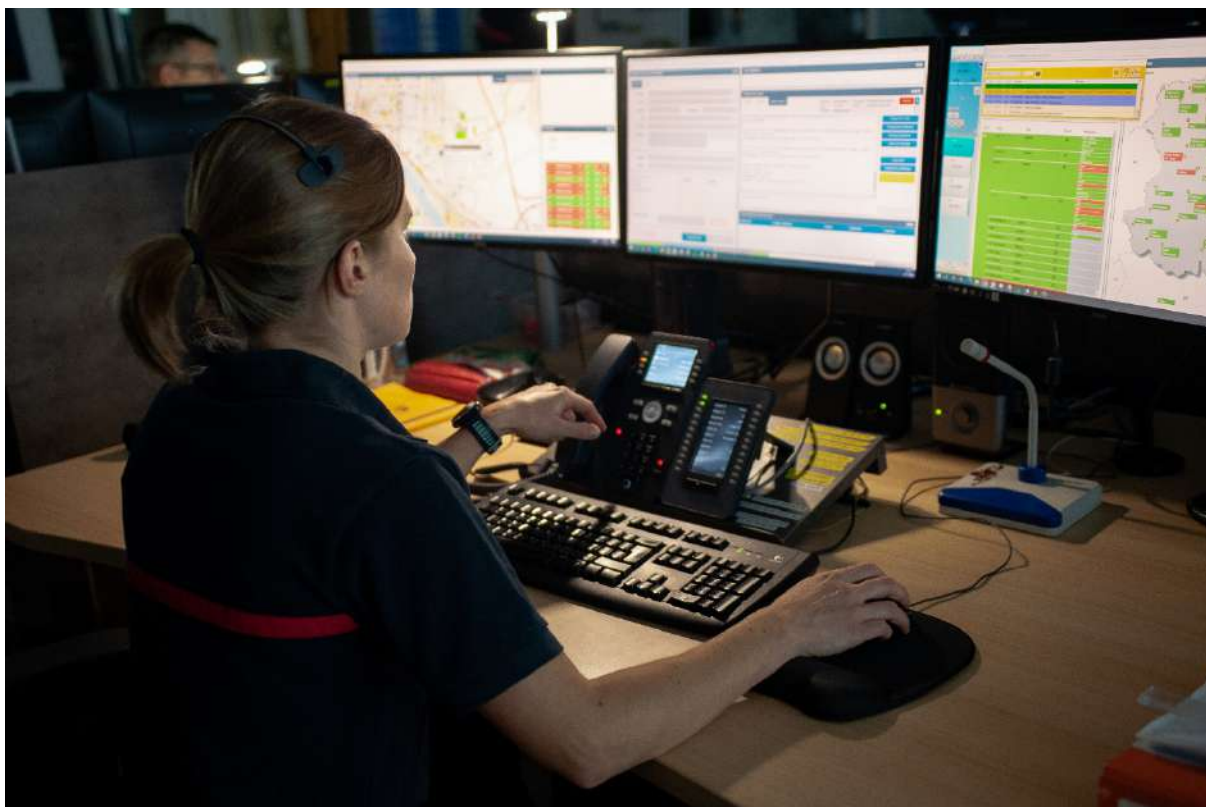
La précision de la localisation permettra également d'anticiper la nécessité ou non d'engager directement des équipes de spécialistes (accès difficile, zone inondée, etc.).

⁷² L'ensemble de ces FAD est disponible par le biais d'applications le plus souvent gratuites.

⁷³ La quantité d'information délivrée dans ces guides (nombreuses pages) ne les rendent que très peu utilisables en intervention et peuvent servir de supports pour la formation des personnels.

⁷⁴ Désigne une personne (sapeur-pompier ou non) qui dispose de connaissances dans un domaine particulier.

⁷⁵ Advanced mobile localisation (localisation mobile avancée).



© Jean-Claude Bernard – SDIS 89

4.1.2 La qualification du motif de l'appel.

La qualification du motif de l'appel des secours va permettre d'apporter la meilleure réponse dans les délais les plus courts. Plusieurs points sont recherchés.

- La description de la problématique :
 - la nature de l'opération de secours ;
 - le contexte de l'accident (type de milieu, situation de la victime, difficultés d'accès) ;
 - le nombre de victimes et d'impliqués (en groupe ou séparés) ;
 - le type et la gravité des atteintes (brûlure, traumatisme, conscience⁷⁶, etc.) ;
 - la localisation des victimes, sont-elles à l'abri ou exposées au danger ;
 - etc.

⁷⁶ La précision du renseignement permettra d'anticiper l'engagement d'une équipe médicale.

- La qualité des renseignements, le requérant est-il :
 - un professionnel du milieu (encadrant un groupe, exploitant, professionnel de santé, etc.) ;
 - une victime ;
 - un témoin ;
 - un tiers (famille, amis).

Du niveau d'implication du requérant dans l'accident dépend sa qualité de jugement et d'objectivité face à un événement.

- L'identification de facteurs aggravants :

Par exemple, la date et l'heure conditionnent la réponse opérationnelle. En effet, une **opération de secours** de nuit en plein hiver ne nécessitera pas les mêmes moyens que la même en été en plein jour.

Les principaux facteurs à rechercher sont :

- le contexte opérationnel (risque de sur-accident...) ;
- le grand nombre de victimes et / ou d'impliqués ;
- le public sensible (âge [enfants, personnes âgées], handicap, etc.) ;
- les conditions météorologiques et astronomiques (jour-nuit, intempéries...) ;
- les difficultés de communication (transmissions radio/téléphone) ;
- L'hydrogéologie de la zone d'intervention ;
- L'accessibilité (délais de transit), difficulté, engagement ;
- etc.



Dès l'apparition d'une notion de milieu particulier à la prise d'appel, un membre de l'équipe spécialisée peut fournir un appui lors du traitement de l'alerte.

Les CTA disposent de procédures en sus des prescriptions classiques de traitement des appels d'urgence appliquées quotidiennement. Elles répondent spécifiquement à certains risques et environnements locaux.

4.2 Les éléments spécifiques au milieu routier.⁷⁷

L'opérateur joue un rôle capital dans :

- la précision des informations récupérées ;
- L'identification de la détresse ;
- la rapidité de l'envoi des secours ;
- les conseils et consignes donnés au requérant.

Dès la prise d'un appel pour une intervention en milieu routier, le CTA sollicitera les services partenaires (gendarmerie, police, SAMU, etc.) et services gestionnaires et compétents (services autoroutiers et direction interdépartementale des routes) de certains réseaux comme les autoroutes et axes à grande circulation.

Les éléments clés du traitement de l'appel sont les suivants :

- la localisation (commune, adresse précise, direction, accès pour atteindre le lieu d'intervention, point kilométrique, sens de circulation, etc.) ;

⁷⁷ Dans le cadre du contact avec un témoin, il faut noter que l'appel peut provenir d'une PSAP E-Call.

- la description de la problématique (nature de l'intervention, contexte de l'accident, le nombre de victimes et leur état de gravité ainsi que leur posture (incarcérée ou non), difficultés d'accès, etc.) ;
- la nature du requérant (témoin, chauffeur, conducteur, pilote, etc.) auquel il est nécessaire de donner des consignes avant l'arrivée des secours / auprès de qui il sera possible de compléter les informations ;
- la notion de facteurs aggravants (risque de sur-accident, transport de matières dangereuses, heure, localisation, conditions météorologiques, contexte, accessibilité etc.) est aussi à prendre en compte ;
- l'énergie du véhicule, sa plaque d'immatriculation.⁷⁸

Dans le cas des tunnels, il convient de recueillir auprès de l'utilisateur appelant :

- le nom du tunnel ;
- le sens de circulation ;
- le point kilométrique ou le numéro d'abris ou de garage ou tout autre point permettant de localiser l'événement.

Si l'appel provient de l'exploitant, compte tenu des nombreuses tâches à réaliser par l'opérateur de l'exploitant, il peut être judicieux⁷⁹ de procéder à l'appel des secours en deux temps :

- un 1^{er} temps permettant un départ rapide des secours (nom du tunnel, sens de circulation, scénario du départ type, ...) ;
- un 2^{ème} temps, le recueil d'un complément d'information pouvant être transmis par radio aux véhicules en transit comprenant notamment :
 - les usagers dans l'ouvrage (tunnels, abris, niche de sécurité, galerie, ...) ;
 - les actions menées (fermeture du tunnel,) ;
 - les équipements mis en service (ventilation, ...) ;
 - le sens du courant d'air, des fumées ;
 - la congestion des voies d'accès.

4.3 Les conseils au requérant.

Compte tenu de la diversité des opérations de secours sur le domaine routier, l'opérateur du CTA peut être confronté à de très nombreuses situations opérationnelles pour lesquelles son expérience métier sera un véritable atout. Il peut conseiller le requérant pour :

- réaliser un périmètre de sécurité avec des moyens de fortune ou des jalonneurs en attendant l'arrivée des secours ;
- prodiguer si possible des gestes de premiers secours⁸⁰ ;
- évacuer préventivement la zone à risque ;
- faire des prises de vues (photos) pour figer l'instant zéro et permettre aux secours de mesurer l'évolution de la situation à leur arrivée sur les lieux.

Dans les situations de détresse vitale, le contact doit rester permanent pour guider le requérant dans la réalisation des gestes indispensables.

Le maintien de l'échange avec le requérant est nécessaire au moins jusqu'à l'arrivée des primo-intervenants.

4.4 L'engagement des secours.

⁷⁸ L'article R. 330-3 du code de la route, permet aux sapeurs-pompiers et marins-pompiers de recevoir communication des informations administratives issues des certificats d'immatriculation des véhicules aux seules fins de faciliter et sécuriser leurs interventions. Décret n° 2023-1387 du 29 décembre 2023 « Système d'immatriculation des véhicules ».

⁷⁹ Après un travail préalable entre le SDIS et l'exploitant.

⁸⁰Cf. annexe C.

L'engagement des secours est propre à chaque SIS et doit être conforme au règlement opérationnel du SIS territorialement concerné.

La réponse opérationnelle d'un SIS peut prévoir, au départ des secours, le déclenchement d'équipes de spécialistes ou le recours à un partenaire public ou privé (milieux périlleux, risque technologique, exploitant, etc.).

Dans ce cas, un contact préalable à l'engagement des moyens, avec un cadre de la spécialité ou un partenaire, peut permettre d'analyser la situation et de calibrer la réponse.

Si la spécialité n'est pas développée au sein du département, le recours au renfort zonal est à anticiper.

CHAPITRE 5 - La conduite des opérations



© Aurélien Dheilly – SDIS 60

La conduite des opérations se fonde sur des principes immuables :

- la protection des personnes et des animaux soumis directement ou indirectement aux effets d'un sinistre ;
- la préservation des biens ;
- la protection de l'environnement des effets d'un sinistre.

Les phases de la marche générale des opérations (MGO) décrites dans le GDO « exercice du commandement et conduite des opérations » peuvent s'appliquer partiellement ou dans leur totalité à des opérations de secours concernant le domaine routier :

- les reconnaissances ;
- les sauvetages et les mises en sécurité ;
- les actions spécifiques face au sinistre (zonage opérationnel, ventilation, établissements) ;
- les opérations de protection ;
- la remise en condition du personnel et le reconditionnement du matériel.

Le COS peut donc s'appuyer sur cette chronologie en gardant toutefois à l'esprit que, compte tenu de la réalité du terrain, la chronologie pourrait ne pas être respectée. Tout élément nouveau important doit amener le COS à reconsidérer son idée de manœuvre. L'aggravation de la situation soudaine ou le sur-accident sont de nature à déstabiliser profondément les intervenants et l'ensemble du personnel des services concernés⁸¹.

1 Le zonage opérationnel.

⁸¹ Cf. GDO Exercice du commandement et conduite des opérations.

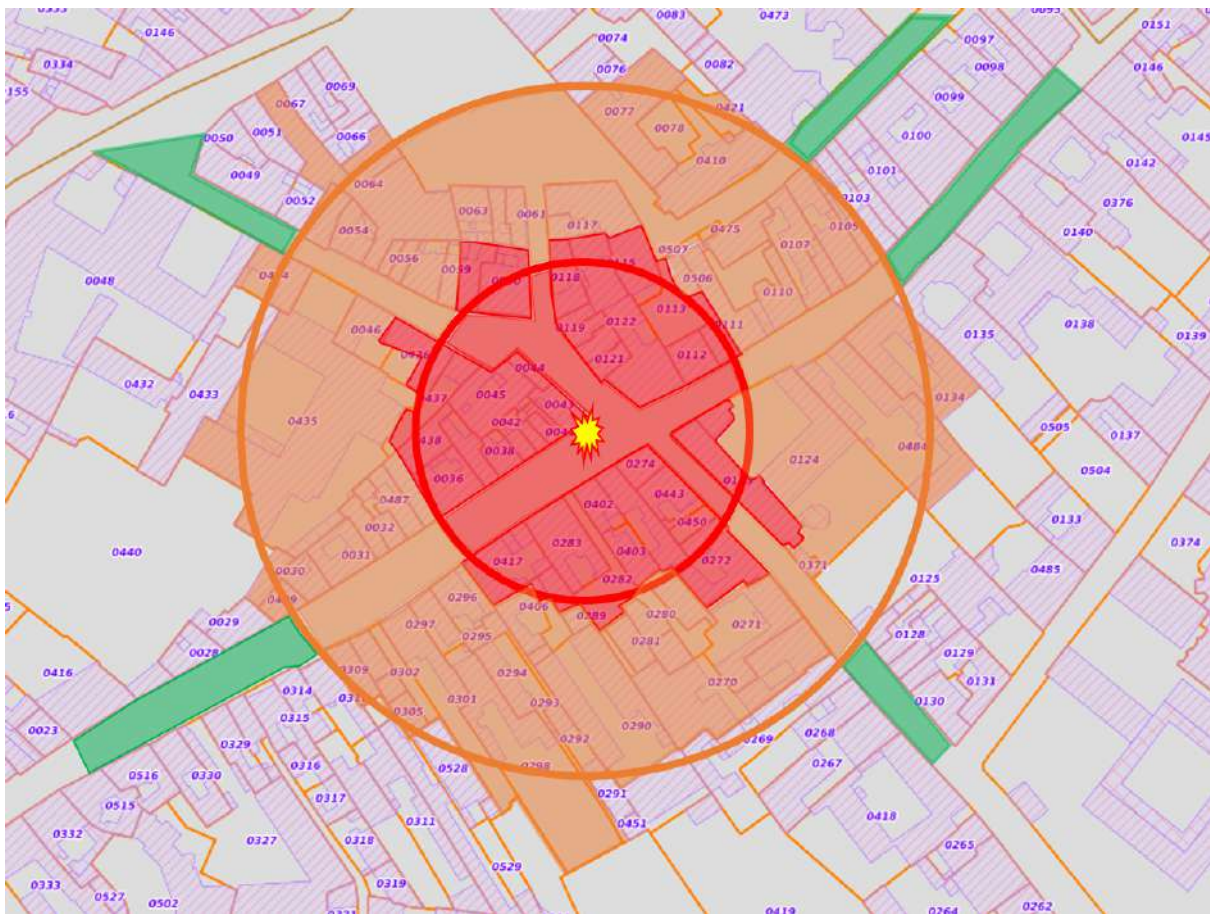
1.1 Principes généraux du zonage opérationnel.

Afin de protéger les populations et les intervenants d'un danger, il est nécessaire de sécuriser le site de chaque opération en mettant en place un zonage plus ou moins élaboré et étendu en fonction des risques en présence, du lieu et de la durée prévisible de l'opération.

Les limites extérieures du zonage forment le périmètre de sécurité. S'il ne sera jamais possible de définir avec exactitude les limites de ce périmètre, ni d'en garantir la totale efficacité, il appartient néanmoins au COS de le délimiter systématiquement en s'efforçant d'adapter ses contours le mieux possible à la zone de danger.

Au final, le zonage opérationnel devra toujours respecter le principe des trois zones :

- une zone d'exclusion dite rouge ;
- une zone contrôlée dite orange ;
- une zone de soutien dite verte.



*Exemple à l'échelle, d'un zonage opérationnel réflexe.
La zone d'exclusion a un rayon de 50m et la zone contrôlée un rayon de 100m
© Christophe Perdrisot – DGSCGC*

Les limites extérieures de la zone de soutien constituent le périmètre de sécurité. La zone accessible au public se situe au-delà de ce périmètre, elle n'est pas matérialisée.

Dans un premier temps, compte tenu de la cinétique de l'opération et du personnel présent, le zonage opérationnel se limitera à un périmètre de sécurité dit « a priori » limitant l'accès à la zone de danger principal tout en mettant en sécurité :

- les intervenants ;
- les victimes ;

- les tiers.

Les zones qui ne nécessitent pas le port d'EPI sont placées sous le contrôle des forces de l'ordre. Le zonage opérationnel peut nécessiter la mise en place d'un ou plusieurs points d'accès et/ou de contrôle servant notamment :

- à la gestion des entrées et sorties des intervenants ;
- au contrôle des EPI ;
- à la gestion des matériels souillés ;
- au contrôle des actions menées ;
- etc.

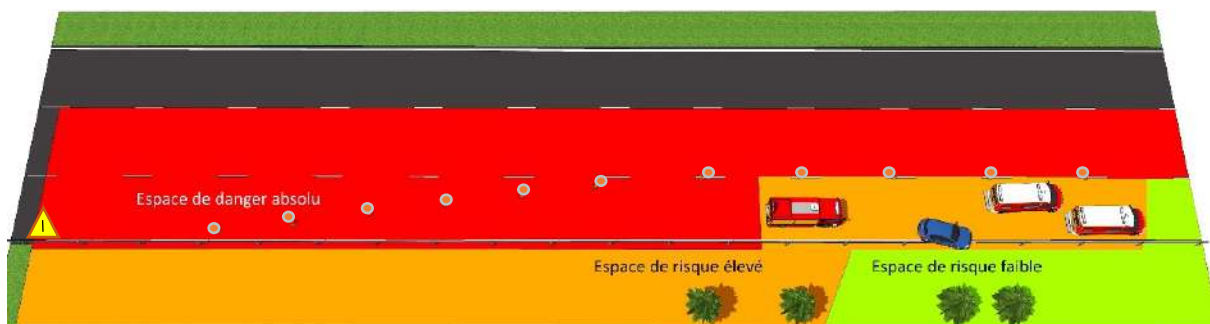
L'accès aux différentes zones doit tenir compte des limites d'emploi du matériel à disposition des primo-intervenants.



En fonction des éléments recueillis lors de sa reconnaissance (effets dominos, configuration de la zone d'opération) et de sa capacité à tenir le périmètre, le COS fixera les contours effectifs de ce dernier en veillant à sa matérialisation et à son contrôle.

La définition d'au moins un axe d'accès et/ou logistique doit être une des priorités du COS.

1.2 Le zonage opérationnel sur le domaine routier.



© Guillaume Vermeulen – SDIS 59

On peut distinguer trois zones lors d'une intervention sur la voie publique, chacune présentant un niveau de risque différent pour les intervenants :

- zone d'exclusion qui est un espace de danger absolu (rouge) : s'il est nécessaire d'y accéder, faire couper la circulation);
- zone contrôlée qui est un espace de risque élevée (orange) : les agents ne doivent s'y trouver que lorsque c'est strictement nécessaire (premiers secours, désincarcération, commandement).
- zone de soutien qui est un espace de risque acceptable (vert) : zone de mise en sécurité des impliqués et des personnels en attente d'engagement.

2 Les principes opérationnels.

Préalable à toute opération de secours, l'analyse de la situation va permettre d'estimer, de localiser et de délimiter les risques et les dangers.

Le COS doit rapidement avoir une vision la plus globale possible de la situation. Pour cela, il doit chercher à prendre contact avec le requérant.

Cette analyse doit également permettre de déterminer si une ou des équipes de spécialistes ou des moyens spécifiques sont nécessaires. Dès son arrivée, le chef de détachement de l'équipe de spécialistes ou des moyens spécifiques prend contact avec le COS.

Il se place sous son commandement et recueille les éléments suivants :

- la nature de la mission ;
- ses intentions ;
- le temps imparti ;
- les spécificités.

Il expose ensuite les résultats de l'étude de faisabilité⁸² de la mission, propose son idée de manœuvre et exprime les besoins humains et matériels.



Le COS doit valider l'idée de manœuvre du chef de détachement (VSR, etc.)

3 Les incendies.

3.1 Les incendies de véhicules légers.

Comme pour toute opération de lutte contre l'incendie, la phase de reconnaissance lors d'un feu de véhicule à l'air libre⁸³ doit prendre en compte les éléments susceptibles d'impacter la stratégie opérationnelle, notamment :

- les enjeux humains ;
- les enjeux matériels et économiques ;
- les tiers batimentaires ;
- les conditions climatiques.

© Benjamin Degrève – SDIS 89

Outre le questionnement éventuel du propriétaire du véhicule, la connaissance de l'énergie embarquée pourra être réalisée par la lecture du véhicule et/ou l'interrogation des forces de l'ordre.



⁸² L'étude de faisabilité de la mission a pour objectif de s'assurer que l'ensemble des conditions sont réunies pour la réaliser en garantissant la sécurité des personnes, des biens et dans le respect des exigences réglementaires.

⁸³ Les incendies dans les parcs de stationnement couverts sont traités dans le guide de doctrine opérationnelle « lutte contre l'incendie ».



En présence de victimes, le commandant des opérations de secours prend toutes les mesures nécessaires pour leur(s) dégagement(s) en sécurité. Dans ce cadre, un dégagement d'urgence peut être réalisé.

Le **principe général d'extinction** d'un véhicule repose sur **une action offensive sur l'incendie dans l'habitacle** couplée à un refroidissement massif et rapide de la source d'énergie (réservoir de carburant, réservoir gaz sous pression, batterie HT).

L'extinction rapide de l'habitacle et de son contenu permet d'éviter ou de limiter les risques environnementaux et d'extension du sinistre ainsi que, le cas échéant, **l'emballement de la batterie et/ou l'explosion du réservoir**.

L'attaque est réalisée au moyen de lance à eau avec un débit minimum de 250 litres par minute. Le binôme doit progresser dans l'axe 3/4 avant du véhicule en feu. Les établissements sont réalisés dans la mesure du possible en se protégeant derrière des écrans (mobilier urbain, murs, engins, etc.).

Il est parfois nécessaire de mettre en œuvre des moyens particuliers (remorque poudre, lance à mousse), notamment lorsque l'enveloppe du réservoir s'est rompue et que l'hydrocarbure se répand sur la chaussée.

Dans ce cas, il convient également de contrôler les écoulements au moyen de barrages (terre, tuyaux, etc.). En cas de risque de pollution accidentelle par déversement, il est fait appel aux services publics concernés (service des égouts, de la navigation, ...).



La connaissance de l'énergie embarquée dans le véhicule est indispensable pour une réponse opérationnelle la plus appropriée. © SDIS 86



L'efficacité de l'extinction doit être recherchée dès l'ouverture à distance des lances en jet droit.



Exemple d'utilisation de la couverture d'extinction lors d'un feu de voiture sur l'autoroute © SIS Riviera (Suisse)

Si l'environnement est directement menacé, il peut y avoir intérêt à isoler le véhicule en feu en déplaçant les véhicules voisins ou d'autres matériaux combustibles ou encore à recouvrir le véhicule en feu ou les éléments à protéger au moyen d'une couverture dite anti-feu.⁸⁴

L'utilisation de ce type de matériel est toutefois à proscrire face à un emballement thermique du fait du dégagement de gaz inflammables et toxiques générés par la batterie qui restent piégés sous la couverture. Cette situation génère un danger lors du retrait ultérieur de la couverture.

Lorsque la voirie est en pente, la protection s'effectue en priorité en contrebas du véhicule concerné, qui doit être calé aussi tôt que possible.



Le COS peut envisager de laisser brûler en limitant les risques d'extension en l'absence d'enjeu à protéger et/ou compte-tenu de l'importance du risque encouru par le personnel (guet-apens, projectiles, etc.).

3.1.1.1 Les véhicules au gaz.

Afin d'anticiper le risque d'explosion du réservoir avec projection d'éclats ou d'effet de torche, le COS doit :

- délimiter un périmètre de sécurité pour interdire les zones directement menacées (prioritairement les zones situées dans l'axe du véhicule) ;
- faire coiffer systématiquement l'ARI par le personnel d'attaque ;

• © Djamel Ferrand – DGSCGC



- faire réaliser l'approche par l'avant du véhicule, en dehors de son axe et des côtés ;

⁸⁴ Notamment lors des feux naissants, pour protéger des véhicules non impactés et/ou sur les véhicules à énergie conventionnelle. Une couverture d'extinction permet de stopper immédiatement la production de fumée, de couper le rayonnement thermique afin de protéger les véhicules avoisinants ou les bâtiments, de protéger les voies de circulation de la fumée, de limiter l'engagement de ressources humaines et d'économiser les ressources hydrauliques.

- faire procéder à l'attaque au moyen de deux lances à eau si possible additivée :
 - en rabattant les flammes de loin, en jet droit avec une lance ;
 - puis en éteignant le feu en jet diffusé d'attaque, au fur et à mesure de la progression des lances, dont une procède au refroidissement du réservoir ;
- anticiper la pérennité de l'alimentation hydraulique du dispositif établi ;
- s'assurer de la protection du personnel derrière des abris de fortune (mur, véhicule, mobilier urbain, ...).



En cas d'impossibilité d'établir les 2 lances en simultanée, les intervenants, placés à distance de jet, si possible protégés par des écrans, interviendront avec une lance en jet droit afin de réaliser une première action de refroidissement à l'intérieur du véhicule.

Avant de quitter les lieux, ou de confier le véhicule au dépanneur ou aux forces de l'ordre, il est nécessaire de s'assurer de toute absence de fuite de gaz sur les réservoirs à l'aide de relevés explosimétriques.

3.1.1.2 Les véhicules légers électriques et hybrides.



De droite à gauche, de haut en bas :

- Voiture embrasée depuis 30 minutes,
- Début de l'extinction en débutant par l'habitacle,
- Seule la batterie HT continue de brûler,
- Finalisation de l'extinction à travers la trappe thermo-fusible. © Renault - Group

Tout au long de l'opération de secours il est interdit de toucher les éléments HT (batteries, câbles qui sont indiqués dans la FAD). Après l'extinction de l'habitacle et en l'absence d'emballement thermique de la batterie HT, la caméra thermique doit être utilisée afin de s'assurer de l'absence de ré-élévation de la température de la batterie. **Toutefois, la présence de différentes protections de la batterie (casing, structure du véhicule, capot...) pourra rendre son utilisation difficile.**

L'indication à rechercher est l'absence d'augmentation de la température locale dans la zone de la batterie HT et donc de l'absence d'emballement thermique des batteries de véhicules utilisant un système haute tension.

Dans le cas où, après l'extinction de l'habitacle, la batterie est emballée thermiquement, il est procédé à son extinction à l'eau, si elle dispose d'un dispositif spécifique conçu par le constructeur automobile (ex : **trappe thermo-fusible**).

Dans le cas contraire⁸⁵, on cherchera à intégrer l'eau dans le casing de la batterie (par les déformations de la batterie ou la fonte de parties fusibles mais jamais en créant une ouverture à l'aide d'un outil de forçement). Si l'opération s'avère inefficace, il convient de s'abstenir de toute tentative d'extinction⁸⁶ et de refroidissement de la batterie qui ne peut avoir que des effets indésirables :

- l'augmentation du temps de combustion ;
- la production accrue de fumées ;
- la projection importante de particules de métal en fusion ;
- une consommation importante d'eau ;
- un risque de reprise de feu plusieurs jours après le sinistre initial ;
- des risques de pollutions par les eaux d'extinction.



Seules la sécurité des tiers et la protection de l'environnement sont recommandées.

Pour les petites mobilités (vélo électrique, trottinette, etc.), une immersion pourra être envisagée.



Bien que complexe à obtenir, il convient de chercher à consulter la FAD du véhicule concerné, pour connaître les préconisations et/ou interdictions constructeurs en pareil situation.

Une fois l'extinction réalisée, le commandant des opérations de secours ne doit toutefois pas éluder le risque de ré-ignition de la batterie si celle-ci n'a pas été entièrement détruite.

Dans ce cas :

- le véhicule doit être placé en quarantaine sur un sol inerte (lit de sable par exemple) ;
- les forces de l'ordre et la société de dépannage doivent être informées de l'énergie du véhicule et du risque de ré-ignition.⁸⁷

⁸⁵ Il ne faut pas éluder la situation où la trappe est masquée ou obstruée par un aménagement du plancher d'un véhicule commercial par exemple.

⁸⁶ Un feu de véhicule comportant des batteries lithium métal polymère (LMP) présente la caractéristique de générer une puissance thermique lors de l'emballement des batteries, celle-ci étant très élevée sur un temps court, de l'ordre de 15 minutes. Face à ce type de feu pleinement développé, il convient uniquement de stopper les propagations en attendant la baisse d'intensité du feu de véhicule concerné (risque de réaction violente en cas de projection d'eau).

⁸⁷ Si le véhicule doit être déplacé, préférer son transport dans une benne avec un lit de matériau inerte plutôt qu'une benne d'immersion. Retex FDNY – été 2023.

3.2 Les incendies de véhicules poids lourds et de transport en commun.

Lors des incendies de véhicules poids-lourds ou de transport en commun à carburation traditionnelle ou à énergies mixtes (GNC et gazole par exemple), une attention particulière doit être portée à une possible rupture du réservoir (gazole / essence) pendant l'attaque.

Certains poids-lourds sont équipés de capots de protection autour des réservoirs de gaz ou batteries, présentant l'avantage :

- d'assurer un écran thermique ;
- de retarder la montée en pression dans les réservoirs ou l'augmentation de température dans les batteries ;

Mais ils rendent parfois les opérations de refroidissement plus difficiles.



© Djamel Ferrand – DGSCGC



L'attaque de la cargaison d'un poids-lourd ne doit pas faire oublier les risques liés au tracteur.

3.3 Les incendies dans les stations de recharge en énergie.

Lors de l'incendie d'un véhicule à énergie alternative en charge, l'action de secours reste identique. Il convient toutefois d'isoler le véhicule de la station de recharge (coupure de l'arrivée de l'énergie).

Une borne de recharge d'un véhicule électrique / hybride peut-être isolée :

- par un système d'arrêt d'urgence situé sur le corps de la borne, ou déporté à proximité ;
- par la coupure électrique générale à laquelle elle est reliée.

Toutes les stations de remplissage en hydrogène sont équipées d'une borne d'appel d'urgence pompiers. Dans la mesure du possible, cette borne permet de contacter l'astreinte 24/24 et déclencher l'arrêt d'urgence général de la borne qui met en sécurité l'ensemble de la station H₂ (coupure gaz et électrique).



Lors d'une intervention sur véhicule électrique ou hybride en charge, sans confirmation de coupure, on se limitera à protéger l'environnement.

3.4. Les autres incendies.



© David Mendiboure- DICOM

S'agissant des incendies de mobilier urbain, ces derniers nécessitent le plus souvent des moyens d'extinction limités.

Toutefois, lors des périodes de troubles (violences urbaines, manifestations, etc.), une attention particulière devra être portée par les équipages.

Une attitude défensive (pas d'extinction, périmètre de sécurité, protection de l'environnement) pourra être privilégiée lorsqu'une attaque offensive ne se justifie pas (exemple : véhicule isolé entièrement enflammé sans cible à proximité).⁸⁸



Le COS peut envisager de laisser brûler en limitant les risques d'extension compte-tenu de l'importance du risque encouru par le personnel (guet-apens, projectiles, etc.) et de l'absence d'enjeu.

Les feux de végétation sur le domaine routier sont fréquents et nécessitent une approche similaire en ce qui concerne les accès, la protection des personnels, le travail avec les services partenaires, la gestion des fumées.

3.5. Les incendies dans les tunnels.



© SDIS 01

« La lutte contre le feu n'est pas l'objectif prioritaire. Toutefois, le commandant des opérations de secours peut décider de commencer rapidement cette opération si elle peut favoriser l'évacuation aidée. En tout état de cause, lorsqu'il a été vérifié qu'il n'y a plus d'usagers dans le tunnel, la lutte contre le feu est entreprise afin de limiter les dommages aux biens. Ceci doit se faire selon un niveau de risque acceptable pour le personnel des services d'incendie et de secours.

*En cas de sinistre exceptionnel, une fois le tunnel évacué, il vaut souvent mieux laisser se dérouler l'incendie plutôt que de mettre en danger les services de lutte contre le feu. De toute façon, la quantité de combustibles présents dans le tunnel est limitée et le risque de propagation à l'extérieur est presque nul ; **tout incendie en tunnel, aussi violent soit-il, finit toujours par s'éteindre faute de combustible.**⁸⁹ »*

Le concept d'engagement doit permettre :

- d'investir, **si possible** au plus tôt, le tunnel par l'ensemble des accès disponibles, non enfumés en priorité, avec un volume de moyens capable de lutter efficacement contre le sinistre et d'assurer les prompts secours ;
- de mener des opérations de sauvetage, de mise à l'abri des usagers et d'extinction ;
- de mener les reconnaissances dans l'ensemble de l'ouvrage ;

⁸⁸ Cf. GDO « prévention et lutte contre les agressions envers les sapeurs-pompiers ».

⁸⁹ Note d'information n° 13 du CETU

- de mettre en place une structure de commandement adaptée ;
- de maîtriser en permanence les communications internes et externes ;
- de prendre en compte les installations et moyens techniques propres à chaque tunnel ;
- de prendre en compte des risques de pollution.

En fonction des caractéristiques du tunnel, il peut être nécessaire que le SIS applique une doctrine d'intervention spécifique qui permet de :

- disposer d'un détachement préconstitué permettant d'anticiper sur l'évolution du sinistre ;
- fixer les missions des différents éléments avant leur engagement ;
- dédoubler, au besoin et si cela est possible, les organes de commandement et prédéfinir l'emplacement du COS ;
- identifier préalablement dans l'organisation de l'exploitant la personne qui portera la responsabilité « exploitant » en tant qu'interlocuteur d'urgence du COS et son positionnement géographique.



Quand cela est possible, l'envoi d'un officier de liaison au PC exploitant même si celui-ci est distant, voire dans un autre département, apporte une réelle plus-value.

Dans le cadre d'un incendie de tunnel binational, et en raison de la spécificité internationale de l'ouvrage, le commandement des opérations de secours (COS) est confié au pays sur le territoire duquel advient l'accident, en collaboration avec l'autre pays. Il prend alors l'appellation « commandement général des opérations de secours (CGOS) ».



En fonction de la nature du tunnel, de sa conception, de sa localisation et de son trafic, il peut être nécessaire d'établir préalablement une stratégie d'intervention qui sera décrite dans un plan ETARE.

3.5.1 L'engagement des moyens.



© SDIS 01

L'engagement pourra se faire :

- par les différents accès de l'ouvrage (têtes, galeries de sécurité, issues de secours, accès secours, ...) ;
- dans un premier temps, sous forme réflexe avec des véhicules **disposant d'un ARI par sapeur-pompier** ;
- dans un second temps sur ordre du COS.

Parallèlement, l'échange d'informations entre le CODIS et l'exploitant doit être systématiquement établi (l'exploitant n'est pas toujours à l'origine de la demande d'intervention des services de secours). Ces échanges permettront notamment de connaître les dispositions prises par l'exploitant (fermeture du tunnel, ventilation, etc...).

Les chefs d'agrès des engins susceptibles de s'engager doivent en permanence conserver à l'esprit les caractéristiques de leurs engins qui ne sont pas tous équipés pour intervenir dans un espace enfumé. Il leur appartient donc d'apprécier la possibilité d'y pénétrer, que ce soit avec ou sans l'engin, en tenant compte du sens du courant d'air.

L'engagement doit tenir compte des conditions ambiantes, en ayant à chaque instant une **solution de repli immédiat** permettant d'échapper à une situation dangereuse pour les intervenants (un mur de fumées qui viendrait à leur rencontre par exemple). Cette solution intègre la mise en sécurité des sapeurs-pompiers dans les aménagements pour l'évacuation et la protection des usagers et l'accès des secours.

3.5.2 La circulation en contre sens des véhicules de secours.

Dans le cadre d'une opération de secours dans un tube congestionné, la circulation à contre sens peut être envisagée. Il est nécessaire que l'évacuation des fumées soit maîtrisée et que cette mesure soit validée par l'exploitant et le COS.

Pour les moyens de secours engagés, il convient alors de :

- circuler sur la voie de droite (le contre-sens devient double sens par le trafic des véhicules de secours) ;
- allumer les feux de croisement et de détresse et les gyrophares ;
- limiter sa vitesse à 30 km/h ;
- respecter une distance de sécurité entre les véhicules de 20 m.

Dans certains cas très spécifiques et en dernier recours, il peut être envisagé un engagement en marche arrière. Cette action nécessite une prudence extrême lors de la manœuvre.



Si les véhicules des services de secours sont amenés à pénétrer dans le tunnel, ils doivent progresser dans le sens de l'évacuation des fumées pour des raisons évidentes de toxicité des fumées mais également à cause de la chute d'oxygène qui peut faire caler le véhicule.

3.5.3 L'auto-évacuation des usagers.

C'est un des principes fondamentaux sur lequel repose la sécurité des tunnels. En cas d'incendie dans un tunnel routier, les usagers doivent immédiatement quitter leur véhicule⁹⁰ et se diriger vers les débouchés du tunnel ou les aménagements pour l'évacuation et la protection des usagers, lorsqu'ils existent, sans attendre l'arrivée des sapeurs-pompiers.

Les reconnaissances dans la totalité de l'ouvrage (tubes, abris, issues, niches de sécurité, etc...), physiquement et/ou avec l'aide des retours vidéos ou autres dispositifs de gestion technique centralisée de l'exploitant, doivent être conduites au plus tôt. Dans le cas d'un tunnel bitubes et en fonction des moyens présents, les reconnaissances seront menées prioritairement dans le tube sinistré.

3.5.4 La stratégie de désenfumage.

Elle est mise en place par l'exploitant. Elle dépend de la nature de l'ouvrage, des risques susceptibles d'être rencontrés, et doit se faire prioritairement depuis le poste de contrôle s'il existe. En l'absence de poste de contrôle, un coffret avec une commande manuelle est installé aux têtes du tunnel. En tout état de cause et dans la mesure du possible, il est préférable que ce soit un personnel de l'exploitant formé qui agisse sur ces commandes d'abord en suivant sans délai des procédures d'urgence lorsque le COS est absent puis en concertation avec celui-ci⁹¹.

En l'absence d'une installation à demeure, le désenfumage est soit naturel, soit mécanique avec les moyens du SIS ou éventuellement réquisitionnés par le DOS. Le désenfumage peut être contrarié par les conditions météorologiques.

3.5.5 La stratégie de lutte.

Si l'information n'a pas été obtenue à l'appel, le COS devra rechercher des informations sur le sinistre :

- la nature du (des) véhicule(s) concerné(s) ;
- la durée du sinistre avant l'arrivée des secours (notamment en cas d'incendie) ;
- le déclenchement des dispositifs de sécurité.

Le personnel engagé doit rester vigilant quant aux phénomènes induits par certaines carburations :

- une réflexion d'une ou de plusieurs torchères sur les parois du tunnel ;
- une accentuation des effets des explosions des réservoirs du fait de la réflexion des parois ;
- le confinement du gaz en cas de fuite.

⁹⁰ Différents facteurs (stress, panique, perte de repère, etc.) peuvent conduire à des comportements inappropriés. Il est alors possible que les usagers restent dans leur véhicule ou à proximité, fassent demi-tour afin de sortir du tunnel, progressent à pieds dans le tunnel, ressortent des abris. Il est aussi possible de retrouver des usagers dans les niches de sécurité, pensant y être en sécurité.

⁹¹ Une fois le démarrage de la séquence de désenfumage, il faut compter quelques minutes pour atteindre le débit nominal.

L'incendie peut conduire à une fragilisation prématurée de la voute, des éléments de second œuvre (dalle de ventilation, voiles, portes, sas, ...) et provoquer une chute d'éléments ou de morceaux d'équipements (gouttelettes de plastique fondu).

L'incendie de véhicule dans l'environnement confiné d'un tunnel peut engendrer des situations qui sont susceptibles de ralentir l'action de secours et la phase d'extinction :

- l'approche se fera bien souvent par l'arrière des véhicules et donc du côté de la zone d'effet des torchères (notamment dans les tunnels monodirectionnels) ;
- la localisation des réservoirs sur les toits des bus, potentiellement proche de la voute, nécessitant des moyens d'accès particuliers et/ou la mise en place de procédures particulières de refroidissement ;
- la difficulté d'approche et d'accès aux stockages d'énergie ;
- L'absence de ventilation de désenfumage mécanique de certains tunnels ne permettant pas la gestion du courant d'air et donc d'un nuage de gaz.

Dans certains cas, l'accès et l'attaque du sinistre peut s'effectuer par les issues de secours ou les accès pompiers, en utilisant les moyens hydrauliques directement sur les hydrants du tunnel.

Dans le cas d'ouvrage bitube, il peut être envisagé d'accéder uniquement par le tube non sinistré pour limiter l'exposition des sapeurs-pompiers.

Lors d'un incendie de véhicule électrique ou hybride, le COS, en lien avec l'exploitant, pourra rechercher, dans la mesure du possible, une solution d'extraction du véhicule hors du tunnel.

3.5.6 Les moyens de communication.

Les liaisons radios revêtent un caractère fondamental. L'engagement possible des moyens en plusieurs points et la complexité des opérations dans ces infrastructures imposent une maîtrise parfaite des communications.⁹² L'utilisation de postes exploitants ou le positionnement en tête d'ouvrage d'une valise relais indépendant portable (RIP) peuvent être envisagés.

3.5.7 La remise en service de l'ouvrage.

La reprise rapide partielle ou totale de la circulation ne doit pas être occultée par le COS dans sa gestion de l'évènement. Par exemple, il peut être nécessaire de regrouper les usagers dans un lieu à proximité de l'intervention afin qu'ils puissent récupérer leur véhicule une fois le sinistre éteint et/ou le danger écarté.



La fin de l'opération de secours et le transfert de responsabilité à l'exploitant n'impliquent pas directement un retour à la normale.

Dès lors que les services d'intervention extérieurs « rendent » l'ouvrage à l'exploitant, ce dernier peut, après avoir inspecté l'ouvrage et s'être assuré du bon état des équipements et de sa structure, rétablir la circulation.

4 Les opérations de secours routier.

La marche générale des opérations lors d'une opération de secours routier repose sur différentes phases :

⁹² Même si certains tunnels sont équipés d'un système permettant d'assurer la continuité des communications (câble rayonnant, répéteurs), il importe de mettre en place une organisation permettant de pallier une éventuelle déficience. Les postes d'appel d'urgence et dispositifs de communication dans les abris ne constituent pas un système de continuité des radiocommunications pour les services de secours. Ils peuvent toutefois être utilisés, lorsque les conditions le permettent et/ou que des circonstances le nécessitent en plus du système de continuité des radiocommunications.

- la sécurisation du site ;
- la sécurisation et stabilisation du véhicule ;
- le secours d'urgence aux personnes ;
- la sécurisation des techniques ;
- la sortie de la victime.



4.1 La sécurisation du site.

La sécurisation du site s'appuie en premier lieu sur le zonage opérationnel et la signalisation d'urgence au moyen de cônes ou de flèches lumineuses. La protection incendie doit permettre d'intervenir sur tout départ de feu et sera adaptée aux risques, notamment dans le cas de véhicule à énergie alternative (électrique, hybride, GPL, GNC, GNL, H₂).

4.2 La sécurisation du véhicule.

Elle a pour objet de faciliter l'action des secours tout en protégeant les victimes. Les opérations de sécurisation des véhicules peuvent s'appuyer sur le moyen mnémotechnique des 5 i.



4.2.1 Identifier.

L'identification du type de véhicule est importante. Celle-ci permet de cibler la FAD ainsi que les informations utiles dont l'énergie du véhicule.

En parallèle, dans l'attente de l'identification du véhicule, la recherche de l'énergie (logos, câbles orange, réservoirs...) peut être réalisée afin de prendre les mesures conservatoires nécessaires (sécurisation ZI, sécurisation véhicule).



La lecture de la fiche d'aide à décision est primordiale et facilite le travail du commandant des opérations de secours.

4.2.2 Inspecter.

L'inspection du véhicule permet de localiser en fonction du type de véhicule, une fuite d'essence ou de gazole, un problème sur le chargement, un câble HT sectionné, une fuite GPL, une batterie HT endommagée.

4.2.3 Interdire.

Les intervenants doivent éviter de toucher, sectionner, déplacer, comprimer toute source (réservoir, batterie HT) ou vecteur d'énergie (câble HT, tuyau GPL/GNC/GNL/H₂).

4.2.4 Immobiliser.

La mise à l'arrêt moteur (coupure contact, complété par frein de parc et position «P» du levier de vitesse⁹³) et au calage des roues (y compris lors de la lutte contre l'incendie, dans certain cas. Ex. forte pente) voire à l'arrimage dans l'axe le plus menaçant.

⁹³ En présence d'une smart key (carte intelligente), on prendra soin de l'éloigner (5 mètres).

4.2.5 Isoler.⁹⁴

La coupure du contact entraîne un premier niveau de sécurité du véhicule à savoir l'ouverture des relais HT pour les véhicules électriques et hybrides et la fermeture des électrovannes pour les véhicules GPL, GNC, H₂.

Quel que soit la carburation, l'isolement de la batterie 12V est réalisé après réflexion sur les mobilités nécessaires pour les actions facilitant l'accès ou l'extraction de la victime (mobilité des sièges, vitre, colonne de direction, frein de stationnement, ouverture du coffre).



**Sans connaissance des préconisations de la FAD pour le véhicule :
Pas de manipulation du service plug ou de la « boucle d'isolement » !**

⁹⁴ Les constructeurs, par le biais des FAD, ne donnent pas tous les mêmes consignes quant au protocole de mise en sécurité du véhicule hybride/ électrique. Les fiches d'aide à la décision peuvent recommander une action complémentaire sur les sources d'énergie (service plug, boucle d'isolement, etc.) pour les véhicules hybrides et électriques, ou sur les vannes pour les véhicules GNC, GNL lorsqu'elles sont accessibles.

4.3 Le secours d'urgence aux personnes.



© Aurélien Dheilly – SDIS 60

La prise en charge des victimes est conforme aux recommandations dans le domaine des premiers secours, aux référentiels nationaux d'activités et de compétences pour les sapeurs-pompiers professionnels et volontaires et aux formations équivalentes dispensées dans les unités militaires.

4.3.1 La détermination des priorités de prises en charge.

La priorité lors de la prise en charge d'un traumatisé de la route est de traiter ce qui tue en premier. Pour que les accidentés de la route puissent disposer des meilleures chances de survie, la prise en charge doit débuter le plus tôt possible.

4.3.2 La lecture de l'accident.

La lecture de l'accident est une aide à la décision, qui doit être utilisée en complément du bilan primaire, dont les objectifs sont les suivants :

- guider les secouristes dans la recherche de lésions non visibles (hémorragies dites « à bas bruit ») ;
- aider à catégoriser les victimes en matière de criticité pour déterminer un ordre de priorité de prise en charge ;
- détenir des critères communs avec la régulation médicale afin de disposer de la même compréhension de l'accident.

La lecture de l'accident⁹⁵ se décompose en deux parties :

L'étude des critères liés au(x) véhicule(s) :

- l'estimation de l'*energy equivalent speed* (EES)⁹⁶ par la prise en compte des vitesses d'impact et de la masse des véhicules en jeu ;
- la déformation des véhicules : intrusion directe sur un occupant, absorption des énergies par mesure du taux de recouvrement en lien avec leur génération et leur typologie (véhicule de tourisme, véhicule utilitaire, cabriolet, etc.) ;
- le type et la localisation du choc (ex : choc latéral opposé à la victime) ;
- le type d'obstacle (poteau, mur, ...) et qualité (déformable ou indéformable) ;
- le port de la ceinture de sécurité (bien positionnée, adaptée à la morphologie de la victime, ...) ;
- la présence et l'action des dispositifs de sécurité (airbags rideau, prétensionneurs, ...).

L'analyse des critères liés aux victimes :

- la typologie de la victime au regard de son âge et de sa morphologie ;
- la position des victimes dans le véhicule et par rapport au choc ;
- la présence d'objets missiles ;
- les déplacements des victimes (chocs avec habitacle ou entre occupants, torsions, ...) ;
- l'utilisation de sièges autos (adaptés, dos à la route, ...).

4.3.3 La protection des victimes.

La victime doit être protégée contre les risques de projections mécaniques lors de la désincarcération par l'utilisation de couverture ou de bouclier de protection.



Le choix d'une idée de manœuvre de désincarcération doit toujours s'accompagner d'une solution de remplacement afin d'anticiper toute évolution négative de la situation.

4.4 La sécurisation des techniques.

La sécurisation des techniques repose sur :

- l'immobilisation du véhicule ;
- le dégarnissage des parties devant être découpées ;
- le marquage si nécessaire.

Il est à noter que les véhicules « nouvelle génération » disposent d'une cellule de survie. La reformation regroupe l'ensemble des actions visant à redonner du volume à un véhicule roulant ayant subi un choc.

Elle sera dans la plupart des situations suffisante pour l'extraction des victimes, et doit être privilégiée à la découpe systématique de nombreuses parties du véhicule.

4.5 La sortie de la victime.

⁹⁵ La lecture de l'accident peut se décliner en fiche(s) d'aide à la lecture de l'accident qui montrent leur intérêt en phase d'apprentissage pour intégrer les notions réflexes de la lecture de l'accident aux primo-intervenants mais aussi en phase réfléchie auprès des personnels dont le recul sur intervention permet de compléter le bilan.

⁹⁶ Cf. annexe F



© Aurélien Dheilly – SDIS 60

Les contraintes à prendre en compte pour le secours d'urgence aux personnes, sont les suivantes :

- l'accès à la victime ;
- l'axe de sortie idéal ;
- les contraintes temporelles ;
- la protection de la victime des risques environnementaux ;
- les techniques de désincarcération ;
- les multi victimes ;
- la position du véhicule.

Il est important de prendre en compte, pour garantir la libération rapide de la victime en cas de besoin, que l'ensemble des actions techniques mises en œuvre doit partir de la victime (libération des pieds) vers l'extérieur du cheminement d'extraction (ouverture d'un hayon).

La sortie de la victime peut être réalisée de différentes manières notamment en fonction de l'état de la victime :

- **le dégagement d'urgence** : il est réalisé en présence d'un danger réel vital, imminent et non contrôlable pour la victime ;
- **l'extraction rapide** qui vise une sortie dans les meilleurs délais pour la victime et dans ce cas, il sera privilégié le délai de mise en œuvre par rapport au respect strict de l'axe tête – cou – tronc ;
- **l'extraction améliorée** permettant de sortir la victime du véhicule accidenté dans les meilleures conditions possibles sans que sa vie ne soit menacée dans l'imminence.



La stratégie d'extraction de la victime incombe au COS, au regard des contraintes imposées par l'état de la victime.

Le COS s'appuie sur le médecin, lorsqu'il est présent sur les lieux, pour parfaire l'évaluation rapide des victimes et recevoir ses préconisations (qualité d'extraction à respecter, maintien de l'horizontalité stricte, immobilisation d'un membre lésé...).

En son absence, il lui appartient d'anticiper la sortie en préparant les voies d'extraction.

5 Les autres opérations.

5.1 Les opérations en présence d'un TMD.

La gravité du feu et de l'impact environnemental est fonction de la nature et de l'importance du produit transporté, ainsi que de l'environnement dans lequel se trouve le moyen de transport (zone urbanisée, mélange de produits, déversement en cours d'eau, etc.).



© Aurélien Dheilly – SDIS 60

En règle générale il est nécessaire de :

- se renseigner immédiatement sur le produit, ses caractéristiques et les moyens d'extinction à employer (auprès du conducteur, qui détient les fiches de produit et auprès du CODIS, qui peut disposer d'une base de données sur les produits) ;
- caler le véhicule ;
- délimiter un périmètre de sécurité ;
- établir des moyens d'extinction autour du véhicule, en tenant compte de la pente de la voirie et du sens du vent ;
- protéger la zone voisine si elle est menacée ;
- créer des barrages au sol (terre, sable, etc.) ou des tranchées pour empêcher le liquide de se répandre ;
- entreprendre l'extinction avec les moyens adaptés au produit ;
- demander les services techniques de la ville et/ou de la voirie ;

Si le transport s'effectue en citerne et qu'elle n'est pas atteinte par le feu au moment de l'arrivée des secours, il est parfois nécessaire, pour la protéger, de l'arroser en jet diffusé pour la refroidir progressivement ou de la recouvrir d'une enveloppe de mousse.

Dans le cas des remorques transportant de l'hydrogène, il convient de :

- ne pas intervenir sur la semi-remorque en cas de fuite H² ou de feu, sauf dégagement nécessaire de personne ;
- assurer une zone d'exclusion de 50 mètres ;
- réaliser une imagerie thermique pour identifier la présence de fuite enflammée ou non.

Si le camion est couché sur le flanc, le rejet des TPRD⁹⁷ peut être orienté horizontalement en direction des intervenants. Le rôle des fusibles thermiques est de vidanger les bouteilles avant dégradation de la résistance mécanique par le feu, et donc d'éviter tout éclatement.

En cas d'ouverture du TPRD et de jet enflammé, la longueur de la flamme est de 10 mètres et la distance à 3kw.m² est d'environ 15 mètres. La distance à la LIE (4%) est de 20 mètres.



Vue du dessus semi-remorque 300 bar
© Air Liquide



Fusible thermique (TPRD) et échappement en partie haute du camion © Air Liquide

5.2 Les fuites d'énergie.

En fonction du type de véhicule, les secours peuvent être confrontés à une fuite d'énergie (carburants, gaz, etc.) sur les réservoirs ou sur les tuyaux d'alimentation, ou à une fuite d'électrolyte sur les batteries.⁹⁸



La différence de température entre le GNL (-160°C) et l'eau d'extinction peut provoquer la vaporisation quasi-instantanée du GNL avec une expansion du volume de l'ordre de 600 fois d'où ce phénomène « d'explosion froide » (surpression sans combustion).

5.3 Les interventions pour un véhicule immergé.

Si un véhicule quitte la route (perte de contrôle, chute d'un pont, etc.) et s'immerge, la question du type d'énergie embarquée ne sera pas la priorité des sauveteurs. Certains constructeurs préconisent des procédures particulières, la consultation de la FAD sera donc un préalable nécessaire avant le dégagement du véhicule.

5.4 La prise en charge des naufragés de la route.

Dans le cadre d'une mission d'assistance aux naufragés de la route notamment en période hivernale, le COS veille à :

⁹⁷ Un rejet de TPRD est très bruyant donc il est facile d'identifier si le TPRD est ouvert ou non même sans repérer la flamme.

⁹⁸ Ce type de situation est à différencier d'un emballement thermique de la batterie, qui nécessitera en cas d'accident de circulation, un dégagement d'urgence des occupants du véhicule.

- éviter l'engagement de véhicules non catégorisés hors route dans la zone sinistrée ;
- s'assurer que les véhicules engagés sont dotés d'équipements spéciaux hiver (pneus adaptés, chaînes, etc.) ;
- prioriser des personnels qualifiés hors route pour les emplois de conducteur ;
- ne jamais envoyer de personnel seul pour une reconnaissance notamment à pied.

5.5 Les opérations de secours mettant en cause des animaux.

Les opérations de secours mettant en cause des animaux peuvent être de plusieurs types :

- les accidents de transport d'animaux à but lucratif (animaux de rente (cochons, bovins, volailles, moutons, chèvres ...), chevaux, animaux non domestiques captifs (animaux de spectacle, de parcs zoologiques), animaux non domestiques détenus par des personnes privées (cervidés, autruches, bisons américains, espèces chassables, etc.) ;
- les accidents de la voie publique impliquant le véhicule du détenteur d'un animal de compagnie présent à bord avec ou sans notion de secours d'urgence aux personnes ;
- les collisions (routières ou ferroviaires) impliquant des animaux domestiques (chiens, chats, bovins, équins...) ou sauvages (sangliers, cervidés.) ;
- l'incendie ou la panne de véhicules transportant des animaux.

5.5.1 Les accidents de transport d'animaux à but lucratif⁹⁹



©Elouen Bedouet – SDIS 56

L'action des secours consiste en l'établissement d'un enclos autour du camion, le relevage du véhicule lorsque cela est possible puis la sortie des animaux par les portes arrières ou les ouvertures créées.

Ils sont ensuite parqués dans un enclos préparé en amont, dans un bâtiment à proximité ou chargés dans un autre véhicule. Les remorques peuvent être déplacées sur une aire de stationnement.



La coupure dans les deux sens de l'axe de circulation sera souvent nécessaire.

⁹⁹ Les animaux de rente sont les ovins, porcins, bovins, volailles, etc.

Ces interventions nécessitent l'engagement d'un vétérinaire (sapeur-pompier, de l'éleveur, de la DDPP¹⁰⁰), de barrières pour créer un enclos, parfois des moyens de levage, du personnel USAR ou SMPM, des moyens de désincarcération et d'un groupe spécialisé sapeur-pompier si il existe.

Pour localiser les animaux en divagation, les drones peuvent constituer une aide précieuse. Dès que possible, il nécessaire de faire contacter le transporteur pour qu'il achemine un autre moyen de transport.

5.5.2 Les animaux de compagnie présents dans un véhicule accidenté.

Il s'agit le plus souvent de la présence d'un chien dans la voiture impliquée, qui par son comportement peut gêner les actions SSUAP et avoir des comportements dangereux pour les intervenants.

Il faut rapidement l'isoler dans le véhicule ou l'extraire pour permettre aux équipes d'intervenir, en prenant garde qu'un animal même domestique peut être dangereux.

Si l'animal est blessé, les sapeurs-pompiers peuvent apporter des premiers soins avant que l'animal ne soit vu par un vétérinaire.

5.5.3 Les accidents de véhicules transportant des animaux non domestiques.

Les principes d'intervention restent les mêmes que pour les animaux d'élevage. Toutefois, ces animaux sont d'une grande dangerosité pour l'homme (ours, fauves, ...). Des précautions doivent être prises pour éviter la divagation de ces animaux, un simple enclos ne saurait suffire.

Quand ils le peuvent, les professionnels (éleveurs, animaliers de parcs zoologiques, professionnels du cirque, etc.) sont les plus à même d'intervenir sur les animaux ou de conseiller les secours sur la conduite à tenir.

La mission des secours consiste parfois seulement à sécuriser le site et à apporter un appui matériel (moyens de levage, désincarcération, ...). Un vétérinaire est souvent nécessaire pour sédaté l'animal.

En cas de danger, des moyens pour abattre les animaux non contrôlables¹⁰¹ doivent être demandés très rapidement (agents de l'OFB, lieutenant de l'oveterie, forces de l'ordre, chasseurs désignés par le maire, etc.).

5.5.4 Les collisions routières impliquant des animaux domestiques ou sauvages.

La France recense plus de 40.000 collisions par an entre véhicules et animaux sauvages. Les sapeurs-pompiers interviennent également pour des collisions avec des animaux domestiques sur les voies de circulation. La gravité des dégâts dépend du poids de l'animal et de la vitesse du véhicule.

Le recours à un vétérinaire est presque toujours nécessaire. Les animaux sauvages sérieusement blessés sont le plus souvent euthanasiés. Certains animaux meurent au moment de l'accident.

Lorsque l'animal est encore vivant, il est parfois incarcéré dans le véhicule et peut ou a pu occasionner des blessures graves aux occupants. Le risque de blessures pour un sapeur-pompier ou la victime dans l'habitacle du véhicule est très important, l'espace y étant réduit. Il pourra également avoir été éjecté par la violence du choc.

5.6 Le dégagement de la voie de circulation.

La première réponse est de ne pas s'impliquer en lieu et place des services directement compétents. Cette mission ne rentre pas directement dans le cadre des attributions des SIS. Le plus souvent, elle est accomplie dans la continuité d'une opération de secours pour accident de la route.

¹⁰⁰ La direction départementale de protection des populations est informée. Elle peut le cas échéant prendre la main pour le devenir des animaux vivants ou morts et désigner un ou des vétérinaires pour intervenir sous sa propre autorité.

¹⁰¹ Ou pour mettre fin à leur souffrance.



Les services de secours peuvent être amenés à nettoyer la chaussée, mais doivent alors le faire en sécurité et ne jamais se prononcer sur la réouverture au trafic.

ANNEXE A – Abréviations utilisées dans ce guide

ABS : anti blocage system (système anti blocage des roues)
ADR : accord pour le transport international de marchandises dangereuses par route
AFIL : alerte de franchissement involontaire de ligne
AFU : aide au freinage d'urgence
AEB : *automatic emergency braking* (freinage automatique d'urgence)
B10 : gazole pouvant contenir jusqu'à 10 % d'esters méthyliques d'acides gras
B7 : gazole standard
CES : centre d'exploitation et de surveillance
CFRP : plastique renforcé par fibres de carbone
CLP : Classification, Labelling, Packaging / classification, étiquetage, emballage
CNESOR : commission nationale d'évaluation de la sécurité des ouvrages routiers
CNG : *compressed natural gas* est la traduction anglaise de GNC
DIR : direction interdépartementale des routes
DRIEAT : Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement de l'Aménagement et des Transports
E5 : essence sans plomb 95 ou 98 contenant jusqu'à 5 % de bioéthanol
E10 : essence sans plomb 95 enrichie avec 10 % de bioéthanol
E85 : superéthanol constitué de SP 95 et d'éthanol
ECU : electronic control unit (unité de contrôle électronique)
EDPM : engins de déplacement personnel motorisés
EMAG : esters méthyliques d'acides gras
ERP : établissement recevant du public
ES : essence
ESP : electronic stability program (contrôle électronique de trajectoire)
FCV : *fuel cell vehicle* (véhicule à pile à combustible)
FLU : flèche lumineuse d'urgence
GDO : guide de doctrine opérationnelle
GNC : gaz naturel comprimé
GNL : gaz naturel liquéfié
GNV : gaz naturel pour véhicule
GO : gazole
GPL : gaz de pétrole liquéfié
GPL-c : gaz de pétrole liquéfié-carburant
H₂ : hydrogène
IPTC : interruption du terre-plein central
IRVE : infrastructure de recharge pour véhicules électriques
IS : issue vers l'extérieur dans les tunnels routiers de plus de 300 m
LNG : *liquified natural gas* est la traduction anglaise de GNL
LPG : *liquified petroleum gas* est la traduction anglaise de GPL
OST : opérateur sécurité trafic
PAC : pile à combustible
PATC : poids total autorisé en charge
PAU : poste d'appels d'urgence
PCTT : poste de contrôle tunnels et trafic
PHV : *plug-in hybrid vehicle* (véhicule électrique hybride rechargeable)
PK : point kilométrique
PL : poids lourd
PR : point de repère
PSAP : *Public Service Answering/Access Point* (point d'appel des secours publics)
RO : règlement opérationnel
RTE : réseau routier transeuropéen
SIS : service d'incendie et de secours
SP 95 : essence sans plomb 95
SP 98 : essence sans plomb 98

SUV : sport utility vehicle (véhicule utilitaire sport)

TMD : transport de matières dangereuses

TPRD : Thermal Pressure Relief Device. Dispositif de décompression actionné par la température.

EV : *electric vehicle* (véhicule électrique)

HV : *hybrid vehicle* (véhicule électrique hybride)

VL : véhicule léger

XTL : gazole paraffinique de synthèse

ZEBRA : *zeolite battery research africa project*

ANNEXE B – Les outils d’aide à la décision lors des interventions sur les véhicules.

B.1 Les fiches d’aides à la décision.

Les fiches d’aide à la décision (FAD) sont des documents opérationnels permettant aux services de secours de bénéficier **des informations nécessaires et suffisantes** pour intervenir efficacement et en sécurité sur des opérations de secours routier ou de feu de véhicules.

Comportant au maximum 4 pages, ces fiches comprennent tout ou parties des sections, définies par les différents codes couleurs suivant :

1. Identification / reconnaissance
RVB : 191,191,191
2. Immobilisation / stabilisation / levage
RVB : 204,255,204
3. Neutralisation des phénomènes dangereux directs / règles de sécurité
RVB : 255,204,0
4. Accès aux occupants
RVB : 102,255,51
5. Énergie emmagasinée / liquides / gaz / solides
RVB : 255,255,0
6. En cas d'incendie
RVB : 255,0,0
7. En cas de submersion
RVB : 0,0,255
8. Remorquage / transport / stockage
RVB : 255,204,153
9. Informations supplémentaires importantes
RVB : 141,179,226
10. Explication des pictogrammes utilisés



Exemple d'une FAD articulée autour des différentes sections prévues dans la norme ISO 17840 © Renault

Des informations susceptibles d’aider les sauveteurs dans leurs prises de décisions, peuvent être positionnées dans le véhicule.

Il s’agit généralement d’étiquettes indiquant ou précisant l’action à réaliser par les sapeurs-pompiers et/ou l’endroit où doit se réaliser cette action.

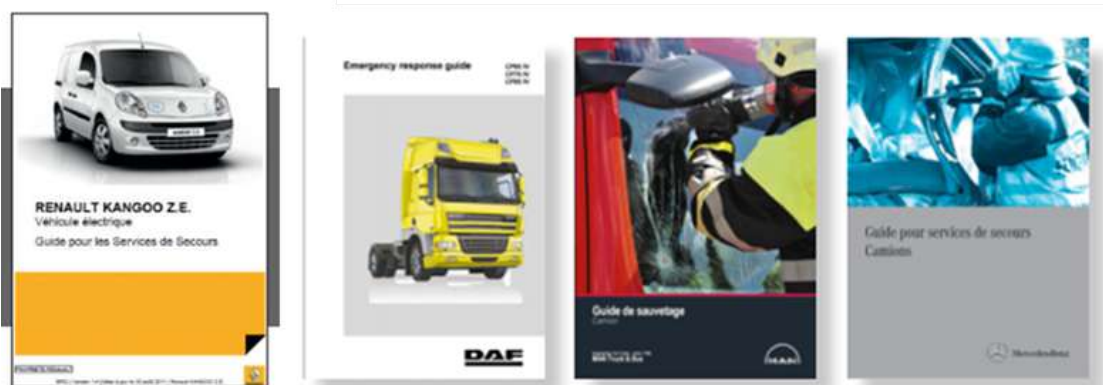


B.2 Les guides d'interventions d'urgence.

Généralement rédigés sous forme de livret, ces guides d'interventions d'urgence (ou *Emergency response guide* - ERG) sont édités et diffusés par les constructeurs automobiles. Ils concernent les véhicules légers mais ils peuvent également être réalisés pour des poids lourds ou des véhicules de transport en commun.

Ils sont réalisés essentiellement pour les véhicules à énergie alternative et suivent les mêmes chapitres que les FAD en apportant plus de détails.

Le format du document répond aux prescriptions de la norme ISO 17 840- 3. L'articulation de ces guides est basée sur un code couleur reprenant chacun des domaines d'intervention des sauveteurs (identification, immobilisation, mise en sécurité des énergies, feu, etc.).



Les FAD et les ERG s'appuient sur l'utilisation de symboles normalisés aussi bien pour les énergies que pour les équipements impactant les secours. **Pour les FAD, l'emplacement des symboles dans le tableau est toujours identique cependant à terme, n'y figurons que ceux équipant le véhicule concerné.**

	Airbag		Générateur de gaz		Prétensionneur de ceinture de sécurité		ECU Airbag		Système de protection active des piétons
	Système automatique de protection en cas de retournement		Vérin à gaz, ressort précontraint		Zone de haute résistance		Zone nécessitant une attention particulière		
	Batterie basse tension		Ultra capacité basse tension		Réservoir de carburant		Réservoir de gaz		Soupape de sécurité
	Batterie haute tension		Câble / composant d'énergie haute tension		Déconnecteur haute tension de la batterie haute tension		Boîtier de fusibles de désactivation de la haute tension		Condensateur haute tension



La quantité d'information délivrée dans ces guides (nombreuses pages) les rendent très peu utilisables en intervention et doivent servir de supports pour la formation des personnels.

B.3 Les applications mobiles.

Des terminaux embarqués peuvent permettre aux sapeurs-pompiers, sur le terrain, de consulter les FAD et les ERG. Des applications permettent de récupérer ces documents d'aide à la décision.

Plusieurs constructeurs ont développé un système de QR Codes, positionnés à divers endroits du véhicule, permettant de récupérer la FAD du véhicule, par smartphone ou tablette numérique.

L'application **RESCUE CODE** est une application française gratuite, développée en 2012 après accord de la DGSCGC, qui permet aux services de secours d'accéder à une base de données de FAD, sans besoin de connexion à un réseau de téléphonie.



Le nombre de FAD actuellement disponibles sur rescue code est d'environ 3611¹⁰².

La recherche des FAD peut être réalisée :

- par le modèle/marque du véhicule
- par la lecture du QR Code placé-sur certains véhicules.



Exemple d'identification au moyen d'un QR-Code
© Rescue Code

Cette application permet de scanner deux QR Codes de 3 x 3,5 cm à coller sur le pare-brise et la lunette arrière des véhicules. En les scannant avec une tablette ou un smartphone, les sapeurs-pompiers accèdent immédiatement à la FAD du véhicule, sans besoin de connexion à un réseau de téléphonie ou internet.

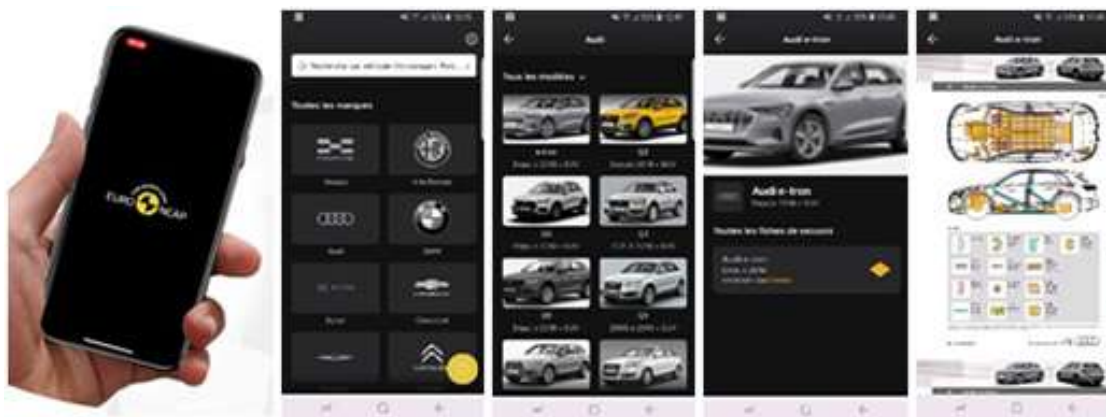
L'application **EURO RESCUE**, est disponible en libre accès, avec des FAD d'abord en 4 langues (anglais, français, espagnol, allemand), puis en 22 langues à compter de 2023. Elle permet aux services de secours d'obtenir la fiche d'aide à la décision du véhicule concerné sur les lieux d'une intervention de secours routier ou d'incendie de véhicule.

Le nombre de FAD actuellement disponibles sur Euro rescue est d'environ 1555.

La recherche des fiches de sauvetage peut être réalisée :

- par le biais de la photo du véhicule ;
- par le modèle/marque du véhicule ;
- par la lecture du QR code placé sur certains véhicules, mais nécessite une connexion à un réseau de téléphonie/internet.

¹⁰² A la date du 19 octobre 2023.



© EuroNcap



Ces applications sont téléchargeables sur smartphone ou tablette sur Google play et Apple store.

B.4 Document d'information à destination des SIS - RENAULT GROUP

Le groupe RENAULT travaille pour que les services de secours interviennent efficacement et en sécurité sur des feux de véhicules électriques ou hybrides rechargeables de sa fabrication.

Dans ce but Renault Group co-conçoit avec le SDIS78, des documents pédagogiques qui définissent les étapes indispensables à l'extinction de feux de véhicules équipés d'un Fireman Access dans des conditions optimales.

Partenariat Renault Group et 	DOCUMENT A DESTINATION DES SERVICES D'INCENDIE ET DE SECOURS EXTINCTION DES FEUX DE VEHICULES ELECTRIQUES (EV) ET HYBRIDES RECHARGEABLES (PHEV)	VERSION 1 Date de mise à jour : 08/03/2025
1. Véhicules concernés par le document - Ce document traite de l'extinction des feux de véhicules 100 % électriques ou hybrides rechargeables sur secteur du Groupe RENAULT, de marques RENAULT , DACIA , ALPINE , MOBILIZE , propulsés par une batterie haute tension. Une batterie est considérée « haute tension » lorsqu'elle fournit une tension de plus de 60 volts en courant continu. - Les véhicules hybrides non rechargeables sur secteur ne sont pas traités dans ce document. Ils s'éteignent selon les mêmes procédures qu'un véhicule thermique. 2. Dispositif préventif de protection des batteries - RENAULT GROUP garantit la sécurité intrinsèque des batteries de traction empêchant leur risque d'inflammation en usage normal et lors d'un accident de la route. - Les batteries circulant sur les routes sont homologuées et subissent de nombreux tests garantissant leur bon comportement lorsqu'elles sont soumises à une agression. 3. Cas de départ de feu d'une batterie de traction - En utilisation normale, il n'y a pas de départ de feu spontané de la batterie de traction. Les cas recensés sont dus à des actes de vandalisme par mise à feu volontaire du véhicule ou par propagation. - Le développement d'un feu de véhicule électrique peut amener la batterie haute-tension à un phénomène d'emballement thermique. - Pour faciliter l'action des secours, RENAULT GROUP a prévu un « Fireman Access ». Il s'agit d'un orifice qui se crée sous l'effet du feu et qui permet de noyer la batterie à cœur et, de traiter un feu de véhicule électrique ou hybride dans un délai et avec un volume d'eau équivalents aux feux de véhicules thermiques. - La position du Fireman Access est identifiée sur la fiche d'aide à la décision (Rescue Sheet) du véhicule. A retrouver sur https://rescue.renault.com/.  Elément fusible sous l'effet de la chaleur Orifice accessible par le jet de la lance 4. Véhicules équipés du Fireman Access - Tous les véhicules du Groupe RENAULT, de marques RENAULT, DACIA, ALPINE, MOBILIZE, électriques et hybrides équipés de batterie au-delà de 2kWh sont équipés d'un « Fireman Access » depuis 2012 (à compter de ZOE). - Les essais ont démontré que les véhicules équipés de batteries inférieures à 2kWh s'éteignent comme un véhicule thermique. 5. Notion d'emballement thermique - L'emballement thermique est la propagation incontrôlée d'un événement thermique de proche en proche des différentes cellules composant le pack batterie. - Les causes d'emballement thermique sont : - L'augmentation de la température au sein de la batterie liée à un feu de véhicule, - Un court-circuit du fait de présence d'eau à l'intérieur, de percement, de déformation. - Dans le cas d'un feu de véhicule électrique, l'emballement thermique de la batterie haute-tension intervient environ 20 à 30 minutes après le départ du feu du véhicule.		

- Les signes annonciateurs d'un emballement thermique de batterie sont : un sifflement, des crépitements, un fort dégagement de fumée par les événements situés sur la batterie ainsi qu'une élévation de la température.
- L'emballement est confirmé lorsque des flammes plus vives sous pression sortent sous le véhicule par les événements du pack batterie. Il est également possible d'entendre de légères détonations des cellules du pack batterie soumises au feu.

6. Consignes d'extinction

1. Eteindre le véhicule en feu selon les directives nationales émises par la DGSCGC.

2. Distinction :

Cas du Feu de véhicule électrique sans emballement thermique de la batterie haute tension	Cas du Feu de véhicule électrique avec emballement thermique de la batterie haute tension
Passer directement à l'étape 3	• Des flammes et de la fumée sortent de l'orifice dédié à l'extinction : « Fireman Access ».  • Verser de l'eau à un débit adapté pour s'assurer de la bonne pénétration de l'eau par le « Fireman Access » (faible débit en jet droit). Tout autre orifice généré lors du feu peut également être utilisé.  • Une fois les flammes éteintes, réaliser un refroidissement en maintenant vers le Fireman Access un jet de purge pendant au moins 10 minutes.

3. Contrôler l'évolution de la température de la batterie de traction à l'aide d'une caméra thermique.

- Réaliser plusieurs relevés de température sur plusieurs points de la batterie de traction.
- Répéter cette opération à intervalles de 10 minutes.



4. Une élévation de température entre 2 relevés indique qu'une réaction est en cours au sein de la batterie.

- Continuer le refroidissement de la batterie par le « Fireman Access » ou autre orifice.
- Répéter le contrôle de l'évolution de la température de la batterie et son refroidissement autant de fois que nécessaire jusqu'à stabilisation de la température du pack batterie à température ambiante.

5.  Une batterie haute tension emballée peut conserver une tension électrique.

6.  Ne pas percer ou chercher à ouvrir la batterie

Lien vidéo à retrouver sur :



ANNEXE C – Sources d'énergie figurant sur la carte grise.

Arrêté du 10 juillet 2020 modifiant l'arrêté du 9 février 2009 relatif aux modalités d'immatriculation des véhicules

SOURCES D'ÉNERGIE	Indications P ₃
Essence	ES
Bicarburation essence-GPL	EG
Bicarburation essence-gaz naturel	EN
Essence-électricité (hybride rechargeable)	EE
Bicarburation essence-GPL et électricité (hybride rechargeable)	ER
Bicarburation essence-gaz naturel et électricité (hybride rechargeable)	EM
Essence-électricité (hybride non rechargeable)	EH
Bicarburation essence-GPL et électricité (hybride non rechargeable)	EQ
Bicarburation essence-gaz naturel et électricité (hybride non rechargeable)	EP
Superéthanol	FE
Bicarburation superéthanol-GPL	FG
Bicarburation superéthanol-gaz naturel	FN
Superéthanol-électricité (hybride rechargeable)	FL
Superéthanol-électricité (hybride non rechargeable)	FH
Biogazole B100	B1
Gazole	GO
Gazole-électricité (hybride rechargeable)	GL
Gazole-électricité (hybride non rechargeable)	GH
Mélange de gazole et gaz naturel (dual fuel)	GF
Mélange de gazole et gaz naturel (véhicule dual fuel type 1A)	1A
Bicarburation gazole-GPL	G2
Mélange de gazole et gaz naturel (dual fuel) et électricité (hybride rechargeable)	GM
Mélange de gazole et gaz naturel (dual fuel) et électricité (hybride non rechargeable)	GQ
Gaz de pétrole liquéfié GPL (mélange spécial de butane et de propane, à l'exception des butane et propane commerciaux) utilisé en tant que carburant exclusif	GP
Monocarburation GPL-électricité (hybride rechargeable)	PE
Monocarburation GPL-électricité (hybride non rechargeable)	PH
Gaz naturel	GN
Gaz naturel-électricité (hybride rechargeable)	NE
Gaz naturel-électricité (hybride non rechargeable)	NH
Electricité	EL
Ethanol	ET
Gazogène (*)	GA
Autres hydrocarbures gazeux comprimés	GZ
Mélange gazogène-gazole (*)	GG
Mélange gazogène-essence (*)	GE
Pétrole lampant	PL
Air comprimé	AC
Hydrogène	H2
Hydrogène-Electricité (hybride rechargeable)	HE
Hydrogène-Electricité (hybride non rechargeable)	HH

ANNEXE D – Les engins de déplacement personnel motorisés.

Les engins de déplacement personnel motorisés (EDPM) sont des véhicules sans place assise, conçus et construits pour le déplacement d'une seule personne et dépourvus de tout aménagement destiné au transport de marchandises.

Ils sont équipés d'un moteur non thermique ou d'une assistance non thermique. Leur vitesse maximale par construction est supérieure à 6 km/h et ne dépasse pas 25 km/h. Ils peuvent comporter des accessoires, comme un panier ou une sacoche de petite taille.

Les engins de déplacement personnel motorisés sont :

- les trottinettes électriques ;
- les mono-roues ;
- les gyropodes ;
- des hoverboards ;
- etc.

Les engins exclusivement destinés aux personnes à mobilité réduite sont exclus de cette catégorie.

Les EDPM ne doivent pas être pilotés par des personnes de moins de 14 ans depuis septembre 2023.



ANNEXE E – Conseils au requérant.

MESSAGE TYPE	
« Les secours sont partis, en attendant nous allons débiter ensemble des gestes de premiers secours. Pouvez-vous mettre le haut-parleur de votre téléphone ? » Indiquer que les gestes qu'on va lui faire faire sont simples et sans danger.	
ACCIDENT DE LA CIRCULATION	
Préciser : « les secours sont en route, en attendant, je vais vous aider au mieux ».	
LA CIRCULATION N'EST PAS NEUTRALISEE	
Consignes au requérant	- mettez votre gilet haute visibilité (GHV) ; - coupez le contact et mettez les feux de détresse ; - si possible, positionnez votre triangle de signalisation ; - si possible, faites-vous aider des autres témoins éventuels afin de sécuriser la circulation (torches, feux de croisements, ...) ; - en cas de péril imminent, faites un dégagement d'urgence ; - sinon, mettez-vous en sécurité.
LA CIRCULATION EST NEUTRALISEE	
Consignes au requérant	- mettez votre gilet haute visibilité (GHV) ; - ne bougez pas la victime ; - rassurez-la et couvrez-la ; - si possible, effectuez les gestes de secourisme (guidés) ; - a minima, assurez un maintien de la tête afin qu'elle ne bouge pas ; - en cas de péril imminent, faites un dégagement d'urgence.
INTERVENTION CONCERNANT UN MOTARD	
Consignes au requérant	- mettez votre gilet haute visibilité (GHV). <i>Si la victime est consciente :</i> - ne la bougez pas ; - ne retirez pas son casque ; - a minima, assurez un maintien de la tête afin qu'elle ne bouge pas ; - parlez-lui, rassurez-la, dites-lui de ne pas bouger. <i>Si la victime est inconsciente :</i> - ne retirez pas son casque ; - des signes de respiration sont-ils clairement visibles ou perceptibles ? - y-a-t-il de la buée sur la visière de son casque ? - si oui : mettez-le sur le côté (sauf s'il est à plat ventre) ; - si non : mettez-le sur le dos, pratiquer un massage cardiaque.

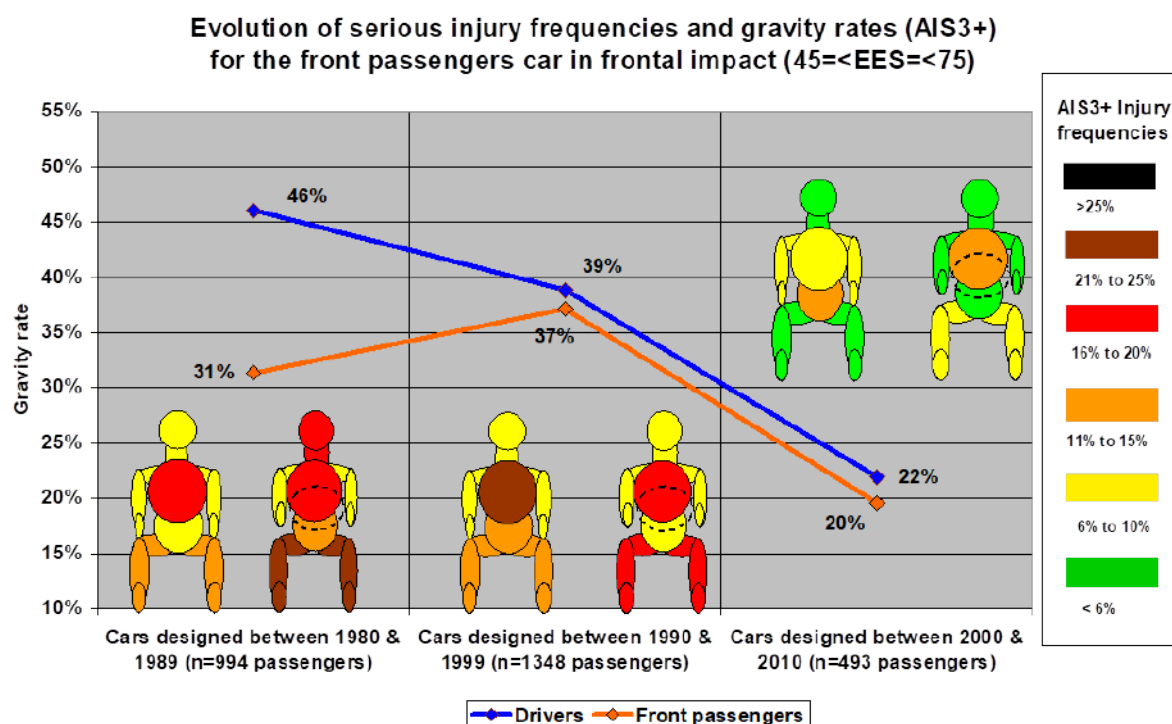
ANNEXE F –Notion d'energy equivalent speed.

La conception des véhicules modernes intègre la protection des occupants, notamment par un travail accru sur la balance résistance / capacité d'absorption de l'énergie de la structure des véhicules.

Les mécanismes lésionnels auprès des victimes mis en jeux lors d'un accident de la route sont directement liés aux transferts d'énergie au moment du/des impacts. Afin d'améliorer la prise en charge des victimes traumatisées de la route, il est nécessaire de doter les équipes secouristes de critères prédictifs de gravité.

La mesure ou l'évaluation de l'energy equivalent speed (EES) constitue un critère essentiel. L'EES est défini comme la vitesse à laquelle il faudrait projeter un véhicule contre un obstacle fixe et indéformable pour observer les mêmes déformations que lors de l'accident.

L'EES permet ainsi de « comparer » les accidents entre eux, et dans le cadre du secours routier, de les comparer aux crash tests normalisés de type Euro N Cap pour lesquels les conséquences d'un accident sont mesurées.



La détermination de l'EES est une tâche complexe et impossible à réaliser sur le terrain de manière fiable et précise. Pour autant, dans le cadre de la lecture de l'accident, l'analyse de certains éléments peuvent orienter la stratégie retenue pour une prise en charge adaptée des victimes.

- Analyse de la zone d'intervention et/ou circonstancielle

La reconnaissance visuelle et par questionnaire des témoins ou victimes permet de recueillir des éléments importants de l'évaluation, afin de déterminer les vitesses initiales mais aussi les mécanismes de l'accident. Ces éléments intègrent la recherche de traces mécaniques de l'accident : trace de pneu après freinage, trace de dérapage de pneu, positions finales des véhicules en lien avec le sens de circulation initial, etc.

- Collision ou choc

Un élément fondamental dans l'évaluation de l'EES est la notion de structure indéformable contre laquelle est projeté le véhicule. Pour intégrer dans l'évaluation de l'EES la plasticité des structures, il convient de qualifier un accident en définissant le type de collision lorsque l'accident implique 2 véhicules et non le type de choc.

La collision étant la prise en compte des deux véhicules initialement isolés l'un de l'autre qui sont entrés en interaction pendant une courte durée. A l'opposé du choc qui ne considère que le véhicule concerné.

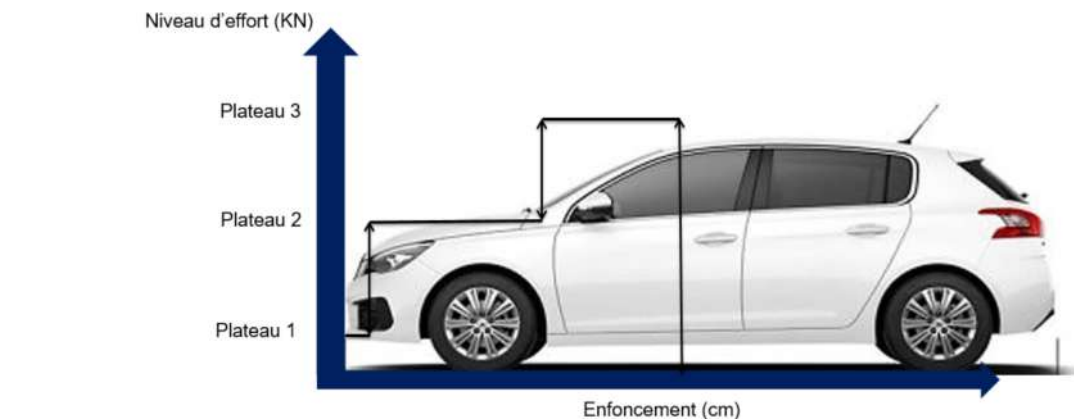
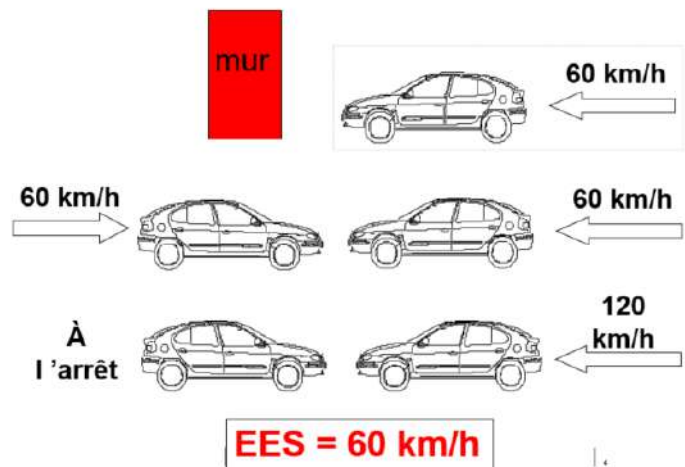
On parle ainsi de choc frontal, latéral ou arrière, alors que l'on parle de collision fronto-latérale.

- Analyse des déformations permanentes

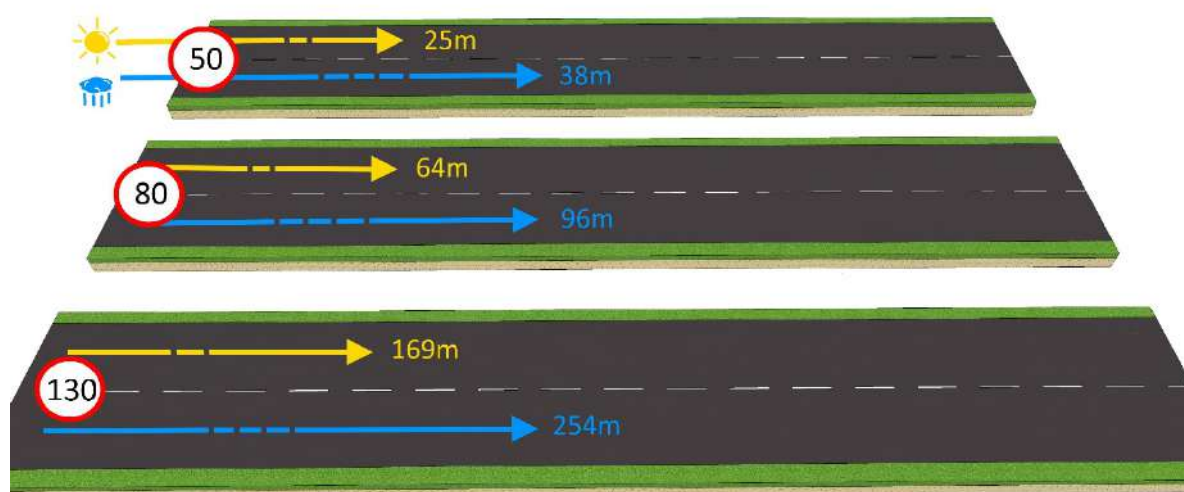
L'observation des déformations permanentes du véhicule constitue la base la plus objective pour déterminer la vitesse d'impact du véhicule lors d'un accident, car il existe une relation directe entre la vitesse équivalente en énergie (EES) et l'ampleur de la déformation permanente sur le véhicule.

L'analyse est essentiellement portée sur la déformation de zones spécifiques structurales : montants et longerons. Dans le cas des longerons et spécifiquement aux chocs frontaux, l'évaluation de l'EES sera totalement différente si le choc n'impacte pas les longerons, un seul longeron, les deux ou alors s'il impacte la zone entre les longerons sans les solliciter.

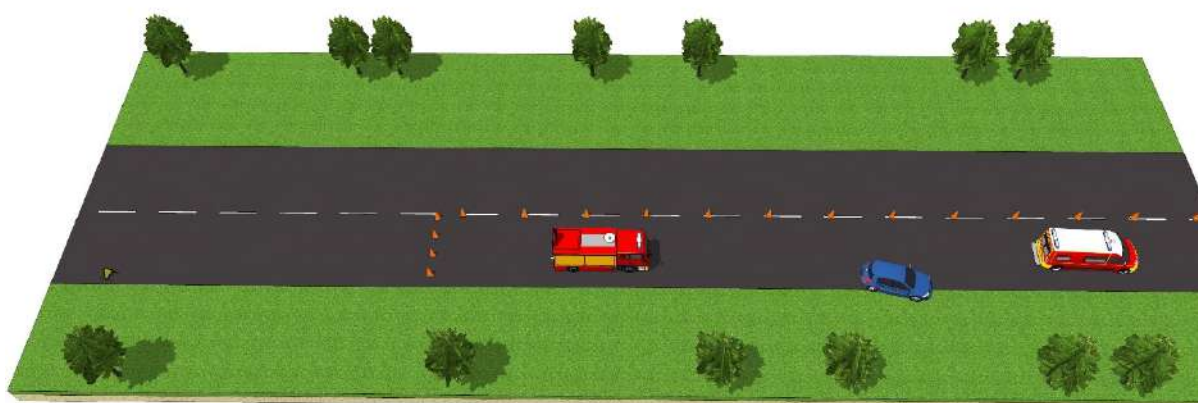
Energies de déformations équivalentes (voitures identiques de mêmes masses)



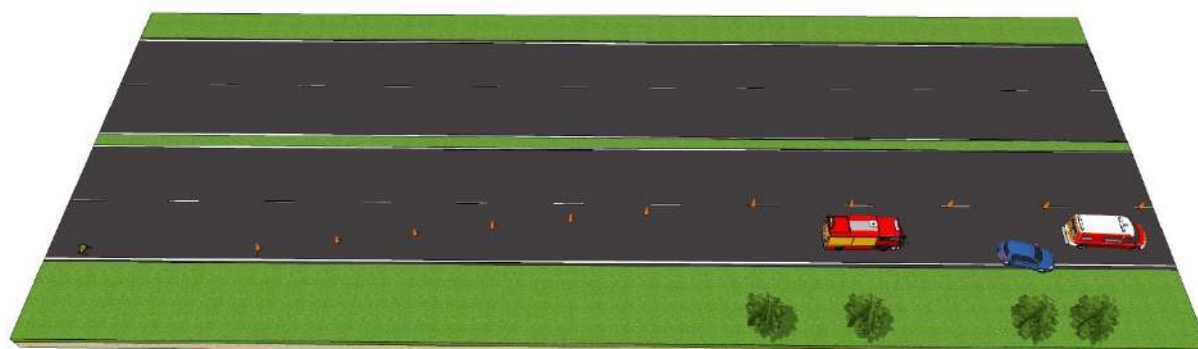
ANNEXE G– Schémas de principe de signalisation d’urgence.¹⁰³



Distance de freinage © Guillaume Vermeulen

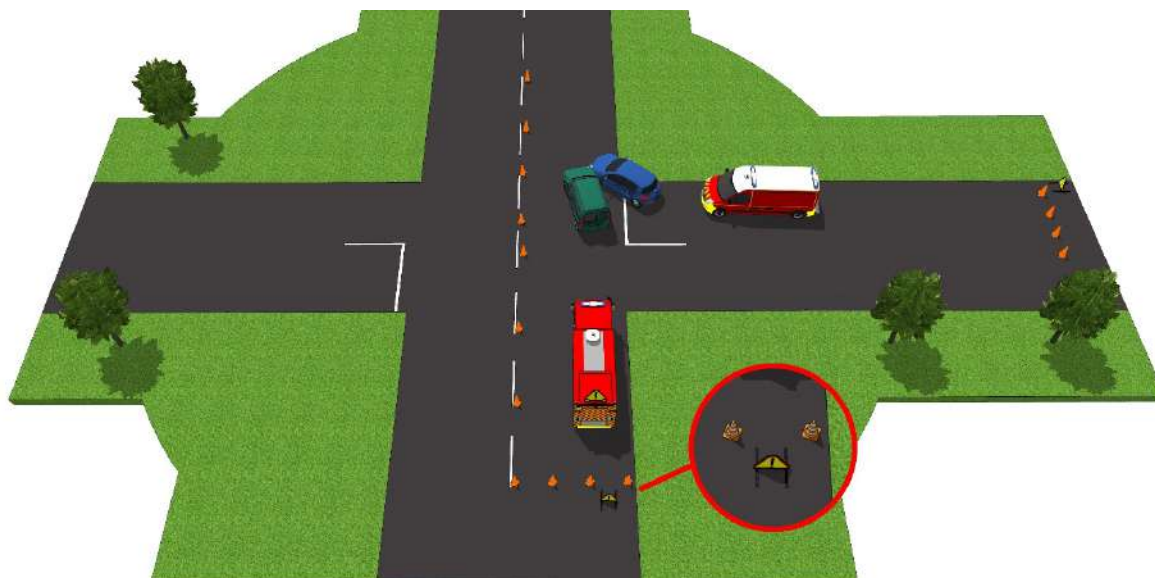


Signalisation d’urgence sur une route bidirectionnelle © Guillaume Vermeulen

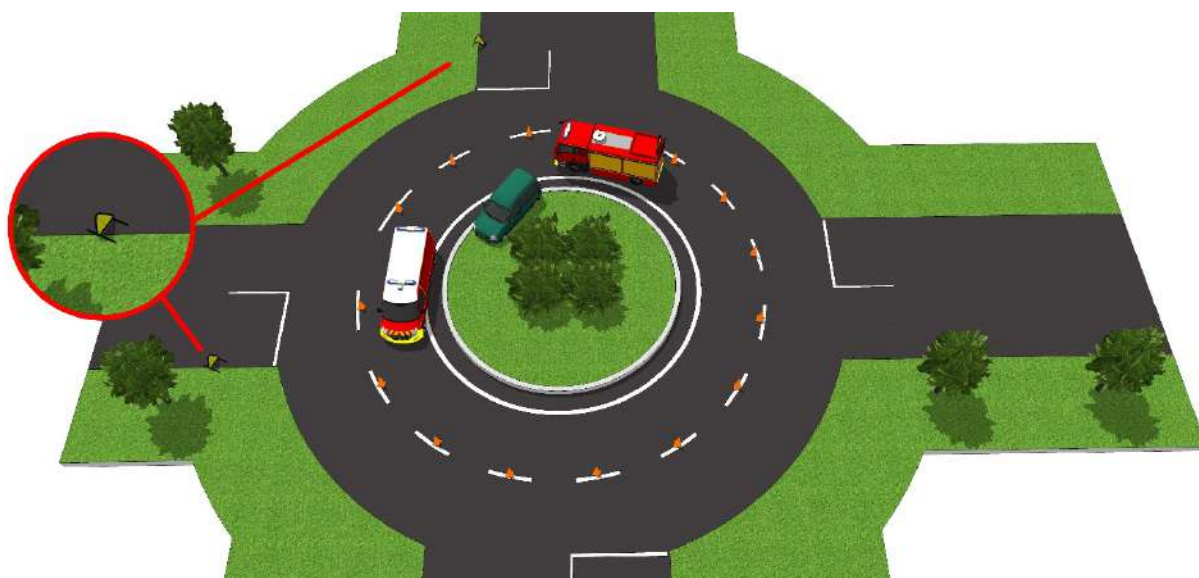


Signalisation d’urgence sur voie rapide © Guillaume Vermeulen

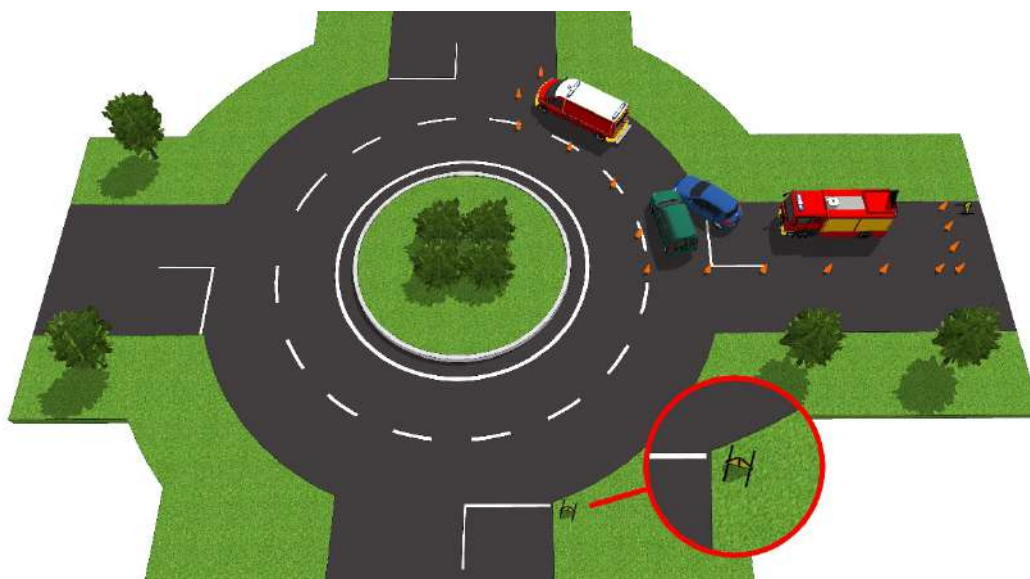
¹⁰³ Ces schémas de principe doivent être adaptés aux procédures des SIS en concertation avec les opérateurs des routes locaux.



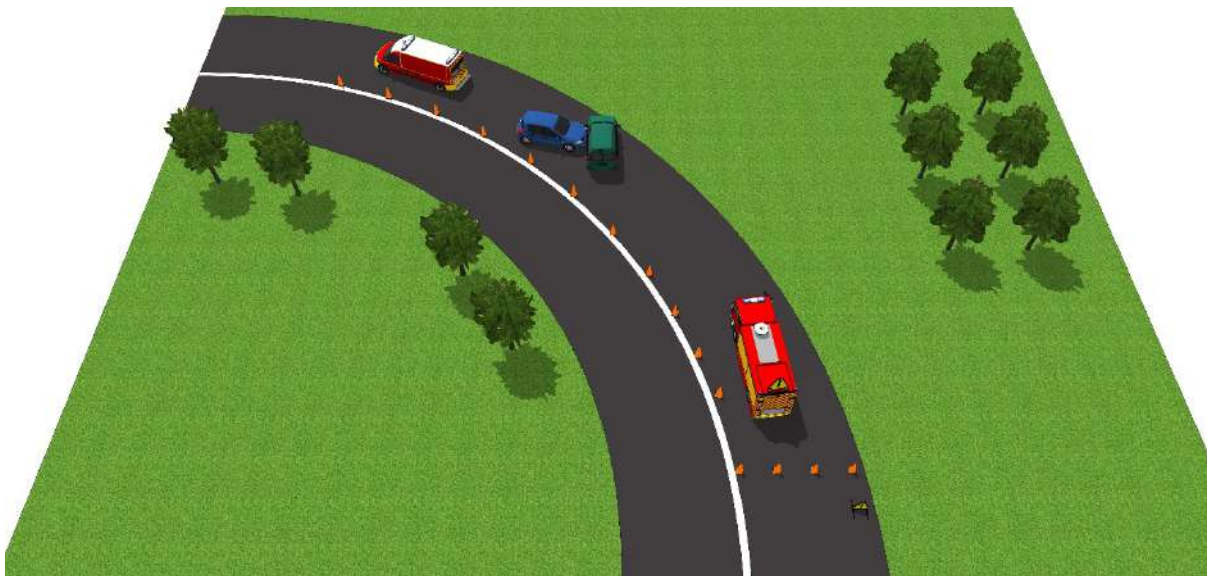
Signalisation d'urgence dans un croisement avec un Stop © Guillaume Vermeulen



Signalisation d'urgence sur un rond-point (accident au centre) © Guillaume Vermeulen



Signalisation d'urgence sur un rond-point (accident en extérieur) © Guillaume Vermeulen



Signalisation d'urgence dans un virage © Guillaume Vermeulen

ANNEXE H – Documents abrogés.

Feux de véhicule automobile - Note d'information opérationnelle

Pierre Taconnet

DDSC (1999, 3 pages, France, français)

Intervention sur les véhicules électriques et hybrides - Note d'information opérationnelle

Stéphan Lepouriel

DGSCGC (2012, 2 pages, France, français)

Intervention sur les installation d'hydrogène et les risques liés - Note d'information opérationnelle

Stéphan Lepouriel

DGSCGC (2013, 35 pages, France, français)

Intervention sur les véhicules électriques et hybrides - Note d'information opérationnelle

Sébastien Willem

DGSCGC (2016, 25 pages, France, français)

ANNEXE I – Références bibliographiques.

Circulaire interministérielle n° 2000- 63 du 25 août 2000 relative à la sécurité dans les tunnels du réseau routier national

Collectif

Ministère de l'Intérieur – Ministère de l'équipement, des transports et du logement (2000, 6 pages, France, français)

Instruction technique relative aux dispositions de sécurité dans les nouveaux tunnels routiers (Annexe à la circulaire n° 2000- 63)

Collectif

Ministère de l'Intérieur – Ministère de l'équipement, des transports et du logement (2000, 53 pages, France, français)

Directive 2004/54/CE du 29 avril 2004 concernant les exigences de sécurité minimales applicables aux tunnels du réseau routier transeuropéen

Collectif

Journal officiel de l'Union Européenne (2004, 53 pages, Europe, français)

Tunnels routiers. Le risque incendie. Hors-série

Sous la direction de Jean-François Schmauch

Le sapeur-pompier (2003, 50 pages, France, français)

Gestion du trafic des poids lourds en situation de crise. Eléments de méthode

Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements

Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer (2009, 104 pages, France, français)

Véhicules fonctionnant au GPL, mesures de prévention contre le risque explosion

Collectif

Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles (2011, 44 pages, France, français)

Note DGSCGC/DSP/SDIAS/BOMSIS n°58 du 27 octobre 2017 relative à la mise en œuvre de l'eCall 112 en France.

Collectif

Ministère de l'intérieur, direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises (2017, 17 pages, France, français)

Guide pratique relatif à la sécurité incendie dans les parcs de stationnements couverts ouverts au public. Version 002

Collectif

DGSCGC (2018, 44 pages, France, français)

La couverture d'extinction de feu naissant de véhicule. Fiche technique

Collectif

Etablissement cantonal d'assurance (2018, 2 pages, Suisse, français)

Accident avec camion roulant au LNG

Kurt Vollmacher et Tom Van Esbroeck

International Association of Fire and Rescue Service (2018, 54 pages, Belgique, français)

Les différents types de batteries de voitures électriques

<https://www.renaultgroup.com/news-onair/actualites/les-differents-types-de-batteries-de-voitures-electriques/>

Comment fonctionne une voiture hybride

<https://www.bodemerauto.com/blog/revue-de-presse-bodemerauto/comment-fonctionne-une-voiture-hybride>

Interventions d’Urgence sur Véhicules - Doctrine Opérationnelle Zonale Ile de France

Groupe technique et pédagogique zonal IUV – Zone de Défense de Paris (2018, 24 pages, France, français)

Guide de doctrine opérationnelle départemental « Intervention d’urgence sur les véhicules ».

Collectif

SDIS 86 (2020, 201 pages, France, français)

PRINCIPALES MODIFICATIONS DU GUIDE

[illegible]

Opérations de secours en milieu routier

Ces guides ne sont pas diffusés sous forme papier.
Les documents réactualisés sont consultables sur le site du ministère.

Les documents classifiés ne peuvent être téléchargés que sur des réseaux protégés.

La version électronique des documents est en ligne à l'adresse :

<https://www.interieur.gouv.fr/Le-ministere/Securite-civile/Documentation-technique/Les-sapeurs-pompiers/Doctrines-et-techniques-professionnelles>

Ce document est un produit réalisé
par le bureau en charge de la doctrine
de la formation et des équipements avec
le concours d'un groupe de travail national.

Ministère de l'Intérieur



DIRECTION GÉNÉRALE DE LA SÉCURITÉ CIVILE
ET DE LA GESTION DES CRISES

Direction des sapeurs-pompiers
Sous-direction de la doctrine
et des ressources humaines
Bureau de la doctrine, de la formation
et des équipements

Place Beauvau 75008 PARIS Cedex 08



dgscgc-bdfe
@interieur.gouv.fr