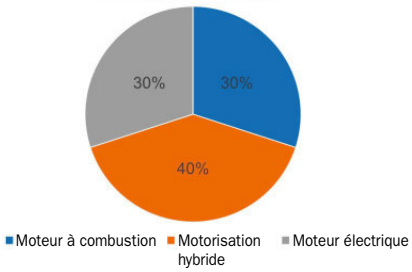
«La construction de véhicules à un tournant» – 1er article

D'abord le cheval, ensuite le moteur à combustion, et maintenant le moteur électrique

L'industrie automobile connaît actuellement un changement fondamental. Une quantité d'innovations techniques, notamment l'utilisation des propulsions alternatives, l'interconnexion des véhicules et la conduite autonome confrontent l'industrie, et dès lors aussi les forces d'intervention, à des situations nouvelles. Le présent article est le premier d'une série consacrée aux changements fondamentaux qui bouleversent actuellement la technique automobile, à leurs motifs et aux conséquences possibles.

Durant la période de 1890 à 1920, les voitures pour lesquelles on se passait de la force du cheval et qui étaient donc «automobiles», se sont substituées aux attelages hippotractés. On sait que le préfixe «auto» signifie «soi-même», et le terme «mobile» est explicite. A l'époque, l'automobilité avait recours aux moteurs électriques comme aux moteurs à combustion.

Genres de propulsions d'ici à 2025



A partir de 1915, ce dernier s'est imposé et, un siècle plus tard, ce même moteur à combustion cède la place, dans la voiture, à d'autres modes de propulsion. La question n'est pas de savoir si ce changement va ou non s'opérer, mais à quelle vitesse. Avec l'interconnexion des véhicules et la conduite (partiellement) autonome qui devient ainsi possible, l'«automobilité» va poursuivre son développement sous la forme de déplacements entièrement automatisés.

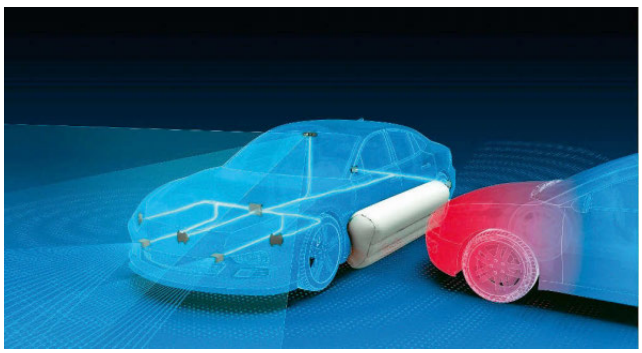
La part des véhicules électriques va augmenter notablement

Le moteur à combustion va rester une composante fondamentale de l'industrie automobile également dans les années à venir, mais à un niveau différent de ce que l'on connaît aujourd'hui. Les fabricants admettent que, d'ici à 2025, on comptera 30 % de moteurs à combustion, 30% de moteurs électriques et 40% de systèmes hybrides. Dans ces chiffres, les moteurs à hydrogène sont comptés comme moteurs électriques, et les moteurs à gaz comme moteurs à combustion. La part de la propulsion ayant recours à l'électricité sera donc notablement plus élevée qu'aujourd'hui. La diversité des sources d'énergie augmente avec l'utilisation du gaz, de l'hydrogène et du CNG/LPG. Dans ce contexte, il faut tenir compte des risques connus ou nouveaux inhérents aux réactions violentes qu'engendrent les fuites d'hydrogène et de gaz.

Depuis le 31 mars 2018, l'Union européenne prescrit à tous les fabricants d'équiper les nouveaux camions avec le système d'appel d'urgence e-call (emergency call). En cas d'accident, le système e-call envoie un message d'urgence, sous la forme d'un paquet de données contenant un numéro d'identification qui permet de déterminer indubitablement le type de véhicule concerné. Cette identification est transmise aux sapeurs-pompiers avec l'alarme, si bien que le type de véhicule que l'on trouvera sur la place sinistrée est déjà connu pendant l'approche. Ce système fonctionne actuellement dans certains cantons. D'ici à 2021, plus d'un million de véhicules immatriculés en Suisse seront connectés au e-call.

L'Europe comme précurseur des systèmes de mobilité sûre entièrement automatisés

Pour la période à partir de 2022, l'UE prescrit le montage de systèmes d'assistance à la conduite pour réduire fortement le nombre de morts et de blessés graves sur la

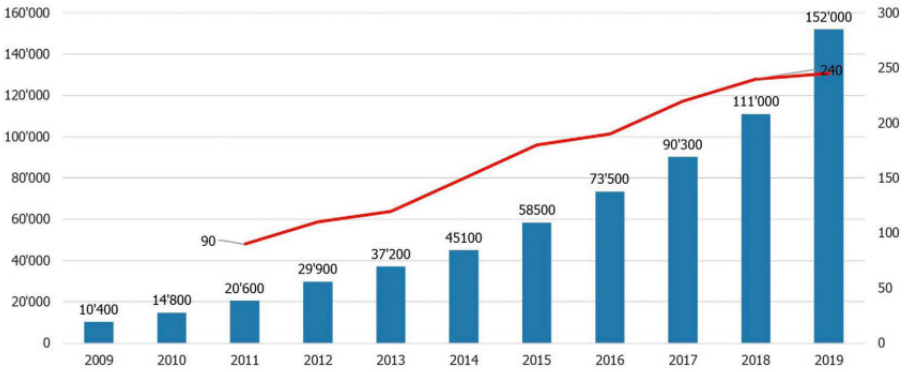




route. Ce règlement de l'UE a par ailleurs pour but de faire de l'Europe le pionnier mondial des systèmes de mobilité sûre entièrement automatisés.

Le stationnement, la circulation en colonne et le freinage d'urgence automatiques sont devenus normaux aujourd'hui. Une conséquence de la mise en œuvre de ces techniques est l'augmentation des exigences de protection des occupants des véhicules et des piétons, ce qui induit des changements pour les composantes de la sécurité passive. Les véhicules contiennent toujours plus de déclencheurs pyrotechniques et, depuis trois ans, également des airbags qui déploient leurs effets vers l'extérieur. Le volume de ces airbags est beaucoup plus important que celui des airbags qui se gonflent à l'intérieur de l'habitacle (voir la photo des airbags latéraux).

Consommation de la flotte		g/km	Essence, l/100 km	Diesel, l/100 km
2012	Emission max. de CO_2	130	5,6	4,9
2020	Emission max. de CO_2	95	4,1	3,6
2025	Emission max. de CO_2	75	3,2	2,8
2030	Emission max. de CO_2	60	2,5	2,2



Législation sur le CO_2

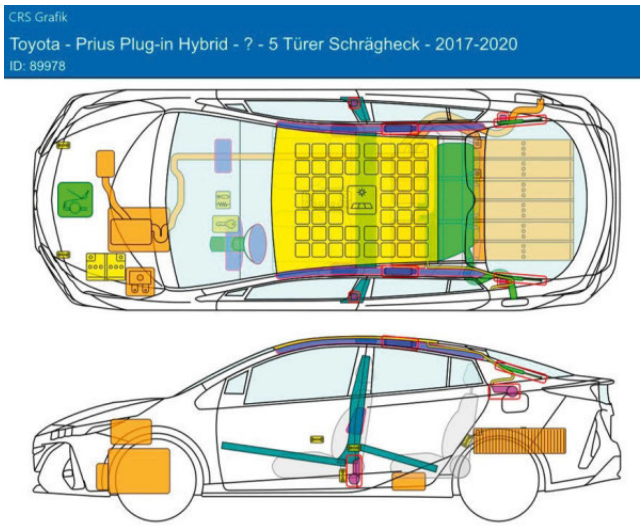
En juillet 2012, la Suisse a introduit des prescriptions sur les émissions de CO_2 des voitures de tourisme. La valeur limite a été fixée, à l'époque, à 130 g de CO_2 par kilomètre pour les voitures de tourisme, et elle a été abaissée à 95 g à partir de 2020. En même temps, une valeur limite de 147 g de CO_2 par kilomètre a été introduite pour les utilitaires légers.

En 2018, l'Office fédéral de l'énergie a constaté que l'émission moyenne de CO_2 des voitures de tourisme neuves était de 137,8 g par kilomètre, ce qui a coûté aux importateurs 31,1 millions de francs de sanctions. Les chiffres de 2019 ne sont pas encore connus. Pour éviter que les importateurs paient des amendes élevées, il faut que la consommation moyenne des véhicules baisse clairement, aussi vu la réduction d'un tiers exigée par la loi à partir de cette année. Le tableau présente les émissions maximales autorisées de CO_2 et la consommation de la flotte, exprimée en litres par 100 km, pour la période allant jusqu'à 2030.

De leur côté, les spécialistes des sapeurs-pompiers voient logiquement dans l'exigence de réduire les émissions de CO_2 une réduction du volume de carburant embarqué dans les véhicules. La combustion complète d'un hydrocarbure produit du dioxyde de carbone (CO_2) et de l'eau (H_2O). Pour produire un mélange optimal avec de l'essence, le rapport de mélange air/carburant (mélange stœchiométrique) lambda doit être d'environ 1; si le mélange est trop maigre, l'inflammation ne se produit pas. Dans un moteur diesel, qui fonctionne par autoallumage, la puissance diminue si l'on injecte trop peu de carburant. Le développement de moteurs à trois cylindres de petite cylindrée (Downsizing), ces dernières années, est donc une conséquence logique. La législation sur le CO_2 diminue d'un tiers à partir de 2020 le carburant à disposition des développeurs de moteurs, raison pour laquelle la puissance totale requise du système ne peut plus être obtenue uniquement au moyen d'un moteur à combustion. Les fabricants tablent ainsi sur des systèmes hybrides. L'exploitation combinée des deux moteurs – à combustion et électrique – permet de réduire la consommation de carburant de 25 à 30% lors des cycles de contrôle prescrits, tout en augmentant la puissance totale du système.

A partir de 2025, les objectifs en matière de CO_2 ne pourront plus être atteints avec la technique utilisée aujourd'hui dans les





L'illustration présente une Toyota Prius – pionnière de l'hybride. Il est intéressant de noter la disposition des deux «réservoirs». En vert: le réservoir de carburant. En orange: l'accumulateur à haute tension. Lors des événements typiques pour les sapeurs-pompiers – feu, eau, accident –, la question des réservoirs est déterminante pour l'appréciation du danger potentiel et pour le déroulement de l'intervention.

BMW	Mercedes	Groupe VAG	Volvo
jusqu'en 2023: 25 modèles hybrides et électriques	jusqu'en 2022: 100 variantes hybrides	jusqu'en 2025: 25% de véhicules électriques	à partir de 2019: abandon échelonné du moteur à combustion
à partir de 2025: 30% d'augmentation de la part e/année	jusqu'en 2030: 130 variantes électriques	jusqu'en 2030: 23 mio de véhicules électriques	jusqu'en 2025: 50% de véhicules électriques

véhicules hybrides, car la consommation admissible va encore une fois être réduite d'un tiers. La réalisation des objectifs de consommation de la flotte nécessitera très vraisemblablement de recourir aux moteurs électriques.

Il est fréquemment admis que les véhicules hybrides et électriques vont constituer une solution transitoire, qui devrait bientôt faire place aux véhicules à hydrogène. Ce dont on est moins conscient, c'est que les piles à combustible stockent dans un accumulateur à haute tension l'électricité qu'elles produisent, et que le moteur électrique est ensuite alimenté à partir de cet accumulateur. En l'état actuel de la technique, un moteur à hydrogène est donc, en fait, une propulsion électrique à haute tension.

Admissions à la circulation et événements

Dans le graphique, les barres bleues représentent les admissions à la circulation de véhicules à propulsion alternative. Jusqu'en 2019, quelque 152 000 véhicules à propulsion alternative ont été admis à la circulation en Suisse. La ligne rouge indique l'évolution des événements impliquant des propulsions alternatives. La notion d'événement inclut ici les accidents bénins, les accidents graves, les véhicules inondés, les incendies de véhicules et les incendies d'accumulateurs de véhicules, y compris les incendies criminels. Pendant les dix dernières années, plusieurs centaines de véhicules à propulsion alternative ont été concernés.

Annonces des fabricants

En automne 2019 et au printemps 2020, les fabricants ont rivalisé d'annonces concernant de nouveaux modes de propulsion. Les données des fabricants figurant dans le tableau, choisis à titre d'exemple, indiquent les objectifs pour les années à venir. Lors de la consultation sur la législation sur le CO_2, en 2010, tous les fabricants et fournisseurs ont accepté les objectifs. Depuis, ils ont intensifié la recherche et le développement, et ils transforment maintenant en conséquence leurs moyens de production.

Danger perçu – danger écarté!

Tendances générales

Lors des acquisitions de véhicules communaux, le choix se porte toujours plus fréquemment sur des propulsions alternatives. Les véhicules destinés à parcourir de courtes distances en ville, comme les engins de nettoyage, etc., sont spécialement toujours plus fréquemment achetés en version électrique.



Photos: Lernidee, Moditech, ZF

Un accumulateur à haute tension calciné, sous tension.

Les grands distributeurs aussi tablent sur des camions électriques pour le dernier niveau de distribution. Le silence de ces véhicules constitue un avantage clair lors de l'approvisionnement des filiales tôt le matin. Le soin de l'image de marque, le souci de durabilité, la disparition des coûts du carburant, la diminution des charges de maintenance et l'exemption de la RPLP sont des raisons supplémentaires qui font que ces véhicules sont toujours plus fréquents sur les routes.

Pour les camions appelés à circuler sur de longues distances, les propulsions alternatives n'entraient pas en ligne de compte jusqu'à ce jour, car les batteries à haute tension étaient beaucoup trop lourdes, vu l'autonomie requise. La faible autonomie et l'énorme réduction de la charge utile, «cannibalisée» par le poids des batteries, ôtaient tout attrait à ces véhicules. Cette situation va peut-être changer à partir de 2020, puisqu'une communauté d'intérêts teste actuellement 50 camions équipés d'un moteur à hydrogène. Avec cette technique, l'autonomie et la charge utile ne posent plus aucun problème. Si cette technique fait ses preuves, une commande importante sera passée en 2021. L'infrastructure va être adaptée en conséquence. Une station permettant de faire le plein de H_2 a été construite à Zofingue (AG), et une deuxième devrait être prête à Saint-Gall (SG) en 2020.

Préoccupations des forces d'intervention

«C'était la première voiture électrique que nous avons dû éteindre. L'intervention a par conséquent été une action particulière et délicate. De telles interventions présentent un grand danger à cause des accumulateurs que l'on ne peut pas simplement éteindre. L'accumulateur pourrait exploser ou les intervenants pourraient être électrocutés pendant l'extinction.».

On peut lire souvent de telles déclarations dans les médias, ce qui explique que les intervenants appelés à fournir les premiers secours sont préoccupés. Mais remémorons-nous tout d'abord quelques faits.



Cette photo est celle d'une Tesla qui a brûlé. La Tesla modèle S emmène un accumulateur à haute tension sous le plancher.

Jusqu'à ce jour, dans le monde entier, on n'a pas connaissance de cas d'électrocution d'occupants de véhicules ou de personnes fournissant les premiers soins.

- On n'a pas non plus connaissance d'explosions d'accumulateurs (batteries à haute tension).
- Des déflagrations sont par contre possibles à l'intérieur et à l'extérieur de l'accumulateur, et des cellules peuvent éclater.
- Une batterie à haute tension ne peut pas être «déclenchée». On la déconnecte du réseau du véhicule.
- Les véhicules à propulsion conventionnelle brûlent plus souvent que ceux à propulsion alternative.
- Une batterie à haute tension qui a «entièrement brûlé» présente généralement une tension résiduelle dangereuse.

Enseignements tirés de la pratique – des études scientifiques font défaut

Les données à disposition aujourd'hui sont maigres, et il n'existe pas encore d'études scientifiques confirmant les déclarations provenant de la pratique. Ces affirmations reposent sur les cas connus et vérifiés qui se sont produits jusqu'à ce jour en Suisse, en Autriche, au Liechtenstein et en Allemagne.

A notre avis, les «grands dangers» que l'on mentionne ne sont pas confirmés par les lois de la physique. Comme lors de toute intervention, il existe des dangers auxquels il faut être attentif. Ces dangers varient au cas par cas et dépendent de l'accident dont il s'agit et du type de propulsion, et ils ne sont parfois pas perceptibles par nos sens. Si l'existence de dangers potentiels est connue, il est possible de les maîtriser sûrement avec les moyens à disposition: «Danger perçu – danger écarté!».

Nouvelles tâches

Lors d'un événement impliquant des véhicules routiers, il est extrêmement important de pouvoir constater à quel type de propulsion on a affaire. Un véhicule à gaz ou à hydrogène en feu va très vraisemblablement se comporter différemment d'un véhicule électrique avec une batterie à haute tension. A l'engagement, il faut également faire attention si l'intervention porte sur un véhicule à propulsion alternative qui est inondé. Cela s'applique naturellement aussi aux véhicules accidentés sans être inondés.

Les dangers que peut présenter un véhicule avec «un réservoir d'énergie dans un état non sûr», pendant et après l'extinction ou pendant la récupération de l'épave dans un cours d'eau ou un plan d'eau, doivent être évalués dans le courant de l'intervention. Il en va bien entendu de même de tous les aspects du sauvetage routier. L'appréciation des dangers est la deuxième nouvelle tâche, en plus de leur détection, comme cela ressort clairement d'un cas qui s'est produit au Tyrol en octobre 2019. Après l'accident, ce n'était pas l'accumulateur qui brûlait. Le véhicule brûlait à cause du liquide de la climatisation qui fuyait. La deuxième partie de cette série d'articles traitera de ce cas et d'autres exemples pratiques.

Première article d'une série

Cette série d'articles est consacrée au changement fondamental que connaît la technique automobile, à ses motifs et aux conséquences possibles pour les sapeurs-pompiers. Le premier article met l'accent sur les changements touchant au contexte, sur l'électrification, sur l'interconnexion et sur la conduite partiellement autonome. Le deuxième article traitera des conséquences possibles pour les tâches des sapeurs-pompiers, en suivant comme fils conducteurs «le feu, l'eau et l'accident». La troisième partie sera consacrée aux particularités du sauvetage routier.

Conclusion

- La Loi sur le CO_2 et les préoccupations de la population en relation avec le climat font que l'on utilise des propulsions alternatives, dont l'électricité.
- Les véhicules interconnectés roulent (partiellement) de manière autonome, ce qui induit des changements pour les systèmes de protection des occupants.
- Les sapeurs-pompiers peuvent être concernés par des véhicules inondés, en feu ou accidentés.
- Pour la protection personnelle, il est indispensable d'identifier le type de propulsion auquel on a affaire.
- Appréciation du danger = «danger perçu – danger écarté!»

Kurt Bopp, conseiller technique FSSP
Markus Erni, conseiller technique FSSP