

**Guide sur la
Sécurité incendie dans les parcs de
stationnement couverts abritant des
véhicules électriques**

Tableau de révision

Date	Rev #	Paragraphe / Page	Changer
Mars 2025	1.0	Document	Première version

AVANT-PROPOS

Cette note d'orientation est destinée à servir de guide général et ne remplace pas des conseils détaillés dans des circonstances spécifiques. Bien que le plus grand soin ait été apporté à la compilation et à la préparation de cette publication pour en garantir l'exactitude, Euralarm ne peut en aucun cas être tenu responsable des erreurs, des omissions ou des conseils donnés, ni des pertes résultant de la confiance accordée aux informations contenues dans cette publication.

CLAUSE DE NON-RESPONSABILITÉ

Le présent document a pour seul but d'informer les membres d'Euralarm et, le cas échéant, leurs membres, sur l'état des affaires concernant le sujet traité. Bien que tout ait été mis en œuvre pour garantir son exactitude, les lecteurs ne doivent pas se fier à son exhaustivité ou à son exactitude, ni s'en servir comme d'une interprétation juridique. Euralarm n'est pas responsable de la fourniture d'informations incorrectes ou incomplètes.

Note : La version anglaise de ce document SC-EXT-147 est le document de référence approuvé par Euralarm.

Droit d'auteur Euralarm

2024, Zug, Suisse

Euralarm – Gubelstrasse 11 – CH-6300 Zug – Suisse

E : secretariat@euralarm.org

W : www.euralarm.org

Table des matières

1. Introduction	3
2. Champ d'application	4
3. Risques d'incendie et charges des véhicules électriques	4
4. Différences dans le comportement au feu des véhicules électriques et des véhicules conventionnels	6
5. Objectifs de sécurité incendie pour les stationnements publics en Europe. Une approche holistique	7
6. Éléments à prendre en compte dans le cadre d'une stratégie holistique de protection contre l'incendie	8
7. Solutions de protection contre l'incendie : Description et caractéristiques	10
8. Inspection, essais et maintenance	12
9. Résumé et conclusions	12
10. Bibliographie	13

1. Introduction

L'essor des véhicules électriques (VE) a apporté à la fois des avantages environnementaux et de nouveaux défis en matière de sécurité.

Dans le présent document, nous nous référons aux types de véhicules électriques tels que les véhicules électriques hybrides rechargeables (PHEV) et les véhicules 100% électriques (BEV), qui seront ci-après indifféremment désignés par le terme « VE » (Véhicule Electrique). Toutefois, lorsque le risque provient d'un carburant hydrocarbure, le lecteur doit en tenir compte.

Les VE présentent des risques spécifiques tels que la propagation de l'emballement thermique dans leurs batteries de traction.

La structure des véhicules électriques est conçue pour protéger les cellules de la batterie des intempéries, des projections d'eau en surface et des dommages liés à une utilisation normale, ce qui pose un problème d'acheminement de l'agent extincteur vers les cellules. Il est donc extrêmement difficile, voire impossible, d'arrêter l'emballement thermique à l'intérieur de la batterie de traction ou de ralentir la propagation d'une cellule à l'autre.

L'augmentation de la taille des voitures modernes - par rapport à celles des années 1970, y compris les véhicules à moteur à combustion interne (MCI) et les VE modernes - est bien documentée, mais la taille de la plupart des places de stationnement n'a pas été évoluée. La proximité accrue et la réduction de l'espace entre les voitures qui en résultent accélèrent la propagation des incendies de voiture à voiture, qui est exacerbée par la teneur en plastique nettement plus élevée des voitures modernes. L'augmentation de la densité des stationnements, comme les élevateurs de voiture et l'émergence probable de stationnements autonomes, aggrave encore la situation. Même dans les nouvelles constructions, qui permettent d'accueillir des voitures plus grandes, on a constaté une propagation rapide de voiture à voiture.

Ce guide présente les statistiques, les recherches sur les comportements en cas d'incendie et les mesures de sécurité associées aux véhicules électriques et à combustion, offrant ainsi une vue d'ensemble aux professionnels de la sécurité et aux décideurs politiques.

2. Champ d'application

L'objectif de ce document est de fournir des informations factuelles sur le risque d'incendie des véhicules électriques dans les stationnements par rapport à d'autres types de véhicules et de proposer des solutions qui peuvent être mises en pratique.

Le présent document se concentre sur les véhicules électriques (VE) et conventionnels (MCI). Lorsque les parcs de stationnement offrent également un espace de stockage pour la micro-mobilité, par exemple les vélos et scooters électriques, pour des raisons de sécurité ou de commodité pour les employés/résidents, l'aggravation du risque qui en découle ne doit pas être ignoré. Lorsque ces véhicules sont également équipés de dispositifs de recharge, le risque et le besoin de protection augmentent et le contenu de ce guide doit être appliqué à grande échelle.

3. Risques d'incendie et charges des véhicules électriques

Selon un rapport de la National Fire Protection Association (NFPA), les incendies de véhicules ont représenté 15 % des 1,4 million d'incendies qui ont eu lieu aux États-Unis en 2020, et ces incendies ont contribué à 18 % des décès de civils et à 11 % des blessures de civils.

La part des incendies de VE représentait environ 0,02 % du total des incendies aux États-Unis, ce qui indique que les incendies de VE sont relativement rares par rapport aux incendies de véhicules à moteur à combustion. Il convient de noter que cette réalité n'est pas perçue par le public, car les VE sont présentés comme plus dangereux pour les incendies, comme le montrent souvent les médias.

Toutefois, les données statistiques montrent que le taux d'incendie des BEV est aujourd'hui inférieur de plusieurs ordres de grandeur à celui des véhicules à moteur à combustion interne et des véhicules hybrides rechargeables. Selon Auto insurance EZ 2020¹, pour chaque centaine de milliers de véhicules immatriculés, on dénombre 3 470 incendies pour les hybrides (3,74 %), 1 530 incendies pour les véhicules à moteur à combustion interne (1,53 %) et moins de 30 incendies pour les BEV (0,03 %).

Selon l'Agence suédoise des situations d'urgence civile, 106 incendies impliquant des véhicules électriques personnels ont été recensés en 2022, la plupart concernant des scooters électriques et environ 24,4 % des voitures électriques. Ce chiffre est resté stable malgré l'augmentation significative du nombre de BEV immatriculés ces dernières années. Fin 2022, la Suède comptait environ 215 000 BEV immatriculés. Cela représente environ 12 incendies pour 100 000 BEV immatriculés en Suède (0,01 %).

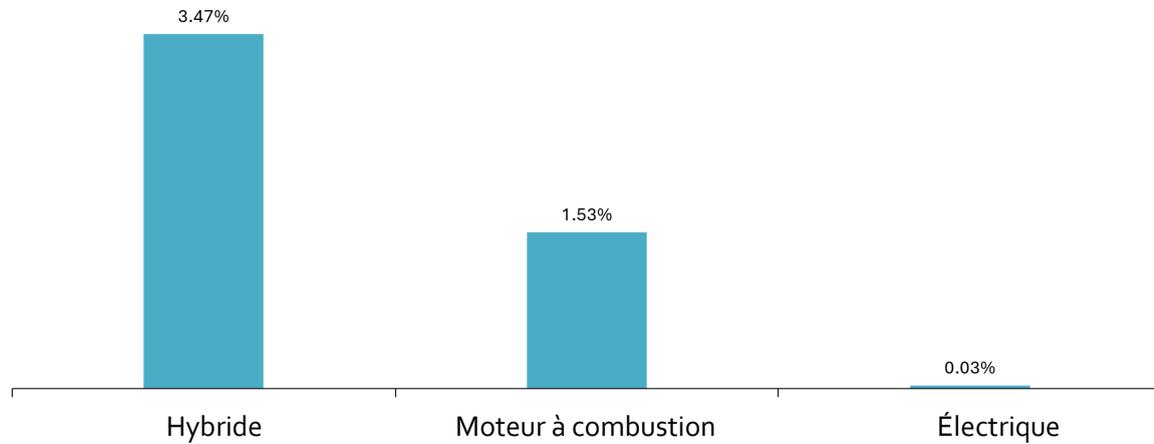
D'autres pays disposent de données, les données ci-dessus étant considérées comme typiquement indicatives.

Il n'existe pas d'évaluation des raisons pour lesquelles les véhicules hybrides rechargeables présentent le risque le plus élevé. Parmi les causes possibles figurent la complexité relative de la technologie et le vieillissement. Le vieillissement des BEV et la puissance croissante des stations de recharge rapide jouent un rôle qui n'est pas reflété dans les statistiques actuelles, qui ne sont basées que sur des voitures relativement neuves puisqu'il s'agit d'une technologie récente.

¹ <https://www.autoinsuranceez.com/gas-vs-electric-car-fires/>

Risques d'incendie

Incidents pour cent mille voitures immatriculées



Data source: AutoassuranceEZ 2020

Les voitures hybrides ont des taux plus élevés que les voitures à combustion ou purement électriques.

Malgré les différences dans le déclenchement des incendies, la charge calorifique globale entre les véhicules électriques et les véhicules à combustion est comparable, comme le montre un calcul effectué par Dekra en 2022. Les charges calorifiques sont assez similaires, mais dans les voitures électriques, le feu peut durer beaucoup plus longtemps.

Charges d'incendie pour des véhicules de taille comparable

1,2 t de poids total

Matériau	Quantité	MJ/kg/kWh	Voiture à combustion	Véhicule électrique
Matières plastiques	300 kg	30	9000 (75.4%)	
Les pneus	40 kg	28	1120 (9.4%)	
Essence	50 l	32	1600 (13.4%)	
Huile de moteur et de boîte de vitesses	6 l	35	210 (1.8%)	
LIB batterie de traction	50 kWh	36	-	
			11930	11920

Quel que soit le type de voiture, le contenu de plastiques et les pneus représentent environ 85 % de la charge calorifique du véhicule.

La raison de cette forte charge calorifique - qui alimente le feu - est l'augmentation constante des quantités de plastique utilisées dans les voitures modernes au fil des ans. Même dans les VE dotés de batteries plus volumineuses, le contenu de plastiques du véhicule reste prédominant dans la charge calorifique.

Les incendies de parkings modernes semblent également beaucoup plus difficiles à éteindre, comme le révèlent les données. En 1997, 95 % des incendies de parkings analysés ont été éteints en moins de 60 minutes. Cependant, dans les incendies de parkings français survenus entre 2010 et 2014, seuls 40 % ont été éteints en moins d'une heure; 30 % des incendies ont pris plus de deux heures pour être éteints, et 10 % ont pris plus de quatre heures. En revanche, moins de 1 % des incendies de 1997 ont nécessité plus de deux heures pour être éteints.²

² <https://www.nfpa.org/news-blogs-and-articles/nfpa-journal/2019/03/01/protecting-parking-garages>

4. Différences dans le comportement au feu des véhicules électriques et des véhicules conventionnels

La manière dont les incendies se déclarent et se propagent dans les VE diffère considérablement de celle des véhicules à moteur à combustion interne dès que la batterie de traction du VE est impliquée. Les véhicules à combustion stockent leur carburant dans des réservoirs, ce qui les rend vulnérables aux incendies par déversement. En revanche, les BEV ne peuvent pas « se déverser », mais s'appuient sur des batteries lithium-ion, qui peuvent surchauffer ou être endommagées, ce qui peut provoquer un incendie. L'un des problèmes majeurs des VE est l'emballement thermique, où une cellule de batterie en surchauffe déclenche une réaction en chaîne qui conduit à un incendie difficile à éteindre, car les agents extincteurs n'atteignent pas facilement le module de la batterie. Même si la propagation de l'emballement thermique peut être stoppée, il existe un risque de redémarrage de l'emballement thermique en raison de l'énergie résiduelle « stockée » dans le bloc-batterie endommagé.

Les parcs de stationnement présentent des risques d'incendie spécifiques pour tous les types de véhicules, mais les risques pour les VE peuvent être plus graves en raison de l'espace confiné et de la possibilité d'accumulation de gaz inflammables et toxiques lors d'un emballement thermique.

Les caractéristiques spécifiques d'un incendie de VE nécessitent d'adapter les stratégies de protection communément acceptées et adoptées pour les véhicules à moteur à combustion interne :

- Contrairement aux véhicules à moteur à combustion interne, qui sont toujours passifs dans un garage, les PHEV et BEV peuvent être branchés pour être rechargés, ce qui déclenche des phénomènes chimiques et électriques actifs, même si le moteur est éteint.
- Les batteries d'un VE peuvent produire des phénomènes de torchère qui contribuent à une propagation plus rapide de l'incendie aux véhicules adjacents.
- L'incendie d'une batterie produit des gaz toxiques, en plus de ceux produits par les matériaux constitutifs du véhicule communs à un véhicule à combustion (sièges, etc.).
- Un feu de batterie peut se rallumer après plusieurs jours

Cependant, certaines études ont montré que le comportement au feu des VE ne conduit pas nécessairement à une propagation plus rapide de l'incendie et que les VE ne brûlent pas nécessairement plus vite que les véhicules à moteur à combustion interne.³

En Allemagne, le stationnement et la recharge des VE avec un système de recharge certifié n'entrent pas en conflit avec les règles applicables aux parkings construits conformément aux règles de construction (MBO). En France, les stations de recharge doivent être physiquement séparées des autres zones dans les stationnements publics. Dans d'autres pays, des exigences différentes peuvent prévaloir.

Dans certains cas, la recharge d'un VE présente donc des risques d'incendie potentiels, tels que la surchauffe due à un équipement défectueux ou à des batteries endommagées et l'utilisation de câbles de recharge inadaptés ou endommagés.⁴

Selon la directive VDI 2166, les véhicules électriques homologués peuvent être garés dans des parkings privés ou publics, et le processus de recharge ne modifie pas l'utilisation initiale de l'espace. Cela souligne l'importance de respecter les directives établies et de s'assurer que les stations de recharge sont installées conformément aux normes de sécurité, et qu'elles sont dûment inspectées et entretenues.

Risque d'incendie dans les stations de recharge

Les statistiques montrent que les BEV ont aujourd'hui la plus faible probabilité d'incendie de tous les types de véhicules. La probabilité accrue d'incendie survient lors de la recharge. Les chargeurs eux-mêmes sont considérés comme sûrs, mais le raccordement des câbles à ces appareils présente un risque accru, surtout si les clients utilisent leurs propres câbles, éventuellement mal entretenus, et en particulier aux points de raccordement. Selon l'Institut allemand de prévention des sinistres et de recherche sur les dommages (IFS, Institut für Schadenverhütung und Schadenforschung der öffentlichen Versicherer e.V. en allemand)⁵, depuis près de 15 ans, environ un tiers des

³ https://lashfire.eu/media/2022/09/2022-08_Facts_and_Myths.pdf

⁴ Source : Directive VDI 2166 Planification des installations électriques dans les bâtiments Conseils pour la mobilité électrique, partie 2, chap. 6.4.9

⁵ <https://www.schadenprisma.de/archiv/artikel/elektrische-brandursachen-im-wandel-der-zeit/>

incendies de toute nature ont été causés par des défauts électriques ou des incendies de câbles. Ces incendies se produisent souvent dans le secteur privé, car il n'y a pas d'inspection régulière obligatoire des appareils électriques comme dans le secteur commercial. Les causes des incendies de câbles sont variées et vont de la rupture du câble aux fiches et connexions desserrées, en passant par les processus de vieillissement (oxydation et corrosion).

Il s'agit là d'une raison suffisante pour examiner de plus près la question de la protection contre l'incendie des stations de recharge situées à l'intérieur des bâtiments. Toutefois, il convient de tenir compte du fait que les stations de recharge ne sont pas réservées aux BEV. Les PHEV y sont également rechargés. Or, d'après les statistiques actuelles, les véhicules hybrides rechargeables sont de loin la catégorie de véhicules la plus susceptible de prendre feu parmi tous les types de véhicules. Les PHEV présentent un risque supplémentaire en raison de la présence de carburants et d'huiles qui peuvent se déverser dans la zone de charge. C'est pourquoi les stations de recharge sont le principal sujet de préoccupation en matière de protection contre les incendies.

5. Objectifs de sécurité incendie pour les stationnements publics en Europe. Une approche holistique

Les défis en matière de protection contre l'incendie dans tous les stationnements intérieurs et souterrains sont principalement les suivants :

- Donner la priorité à l'évacuation des personnes et donc sauver des vies
- Limiter le développement de chaleur pour préserver l'intégrité structures
- Limiter le nombre de véhicules impliqués ou endommagés
- Permettre aux pompiers d'intervenir en toute sécurité
- Permettre une reprise rapide de l'activité normale

Ces objectifs sont plus complexes à atteindre dans le cas des VE puisque :

- Le risque d'incendie est accru par la recharge des véhicules, en raison du processus de chargement lui-même, des câbles utilisés, etc.
- Les VE qui brûlent dégagent des fumées et des gaz explosifs
- Les fumées dégagées par les incendies de VE sont toxiques
- Les voitures peuvent brûler plus longtemps, une fois que les batteries sont impliquées en raison de leur chimie et des risques de réactivation liés aux dommages causés par le feu et à l'énergie « stockée ».

Sans protection spéciale ou avec une stratégie calquée sur celle des anciens véhicules (c'est-à-dire des voitures plus petites avec une charge calorifique plus faible), le concept de protection est inadapté, et le résultat est de dépasser très rapidement le seuil de résistance mécanique de la structure et d'intervention sans risque des pompiers. Il est prouvé qu'au-delà de 3 à 5 véhicules en feu, l'intervention devient impossible dans un parc de stationnement couvert ou souterrain.⁶

De plus, il n'est pas possible d'éteindre rapidement un feu de batterie Li-ion. Les mesures à mettre en œuvre doivent donc tenir compte d'un temps de traitement de l'incident qui ne se comptera pas en heures mais éventuellement en jours. Les mesures doivent être dimensionnées pour rester viables pendant toute cette période, afin de couvrir un éventuel rallumage.

Même s'il n'existe pas de solution technique permettant d'éteindre complètement un incendie de VE de manière rapide et automatique, il existe des solutions pour atténuer l'impact des incendies. Elles devraient être appliquées pour faire face à l'augmentation du nombre de points de charge dans les parkings.

Les éléments d'une approche holistique sont les suivants :

- Mesures architecturales (voies d'évacuation, positionnement des stations de recharge, protection contre les collisions, gestion des nuisances pour l'environnement causées par les produits de combustion s'échappant d'un parc de stationnement fermé/intérieur, gestion des eaux de ruissellement, etc.)
- Mesures de protection passive (séparation des risques par des murs, protection des plafonds par flocage, sol en béton armé, etc.)

⁶ Source : https://players.brightcove.net/1640544031001/default_default/index.html?videoId=6161601923001

- Gestion avancée de la station de recharge capable de couper simultanément l'alimentation de tous les chargeurs
- Mesures de contrôle visant à atténuer le déclenchement ou l'intensité d'un incendie, par exemple en évitant le stockage de matériaux combustibles, etc.
- Détection précoce des incendies et alarme
- Systèmes automatiques de lutte contre l'incendie
- Désenfumage par aspiration des fumées
- Implication des pompiers pour établir au préalable des stratégies d'intervention, au cas par cas
- Équipements installés à la disposition des pompiers, tels que des colonnes sèches ou des RIA.
- Suivant une procédure prédéfinie, déplacement d'un VE vers une zone extérieure, après l'extinction d'un incendie, afin d'éviter tout risque de rallumage.
- Maintenance régulière de tous les systèmes mis en œuvre

Le chapitre 6 présente les différents leviers qui peuvent être envisagés ou combinés pour atteindre le niveau de protection souhaité.

En fonction du contexte, du concept de protection et de l'architecture du bâtiment, la stratégie de protection contre l'incendie peut être globale sur l'ensemble de l'aire de stationnement, localisée à certaines zones accueillant des VE, limitée aux seules zones de recharge, etc. Le chapitre 7 a pour objet de présenter les différentes technologies à base d'eau, telles que les systèmes sprinkler, déluge ou brouillard d'eau.

La technologie de détection incendie doit être choisie en fonction de la technologie de protection incendie et de la stratégie de protection globale. Par exemple, la détection précoce peut faire partie de la stratégie globale de lutte contre les incendies, et la protection se limiter aux zones présentant le plus grand risque, comme les îlots de chargement, ce qui permet d'agir rapidement dès que le premier véhicule prend feu afin d'atténuer la probabilité d'une propagation. Si la détection est conçue pour localiser précisément l'incendie, elle peut également fournir aux pompiers des informations précieuses pour une intervention plus rapide et plus sûre.

6. Éléments à prendre en compte dans le cadre d'une stratégie holistique de protection contre l'incendie

Le « succès » fondamental doit être le contrôle de la production de chaleur - qu'il s'agisse de VE et/ou de véhicules à moteur à combustion interne - afin d'éviter la propagation de voiture à voiture qui, historiquement, a souvent conduit à des dommages structurels entraînant l'effondrement du bâtiment ou la nécessité de le démolir.

Il est clair que l'arrosage et le refroidissement doivent être appliqués à tout incendie, et ce le plus rapidement possible. Lorsque ces mesures sont automatiques, elles doivent fonctionner dès que la première voiture est impliquée dans l'incendie. Il est prouvé que la croissance de l'incendie tend à devenir exponentielle dès qu'une deuxième voiture est impliquée dans l'incendie, c'est pourquoi une intervention précoce est cruciale.

Nous allons maintenant examiner quelques approches à prendre en considération pour limiter le transfert de chaleur. L'accent est mis sur le transfert de chaleur par convection et par rayonnement, mais le lecteur doit également tenir compte des véhicules à moteur à combustion interne. Par exemple, la prédominance des réservoirs de carburant en plastique peut désormais entraîner un déversement précoce de carburant liquide qui, s'il s'enflamme, propagera rapidement l'incendie d'une voiture à l'autre.

6.1. Mesures architecturales et organisationnelles

La séparation physique peut être utilisée pour limiter le transfert de chaleur, en fonction de la configuration du stationnement. Des murs supplémentaires peuvent être plus efficaces, mais ils peuvent alors concentrer la chaleur à l'intérieur de la limite entre murs, ce qui peut augmenter la vitesse de propagation aux autres voitures à l'intérieur de l'îlot. C'est pourquoi les murs supplémentaires peuvent être considérés comme moins efficaces que l'augmentation de la largeur des places de stationnement.

Les besoins localisés peuvent également comprendre d'autres mesures :

- Les aires de recharge peuvent être limitées au niveau du rez de chaussée ou à proximité immédiate de celui-ci.
- Exigences en matière de rampes et de voies d'accès pour faciliter le retrait des VE - lorsque l'accès se fait normalement par un ascenseur, une alternative après l'incendie est nécessaire - ou même exiger que les stations de recharge soient/ne soient pas proches des entrées/sorties et/ou qu'elles ne soient autorisées qu'à certains étages.
- Des colonnes (sèches ou en charge) peuvent être nécessaires, et/ou des RIA
- L'accès du service d'incendie et de secours (SIS) aux commandes de distribution électrique ne doit pas être affecté par un incendie sur un lieu de chargement.
- La recharge utilisant le câble du propriétaire du VE doit être interdite et le chargeur doit avoir son propre câble fixe, des règles spécifiques pouvant être définies pour les chargeurs rapides.

6.2. Mesures d'installation des bornes de recharge

Puisque les risques augmentent lorsque les VE sont en charge, plutôt qu'en stationnement, et que la probabilité d'emballement thermique augmente avec l'état de charge (pourcentage de charge), il est primordial de disposer d'un système de gestion de la batterie (BMS) fiable. Les irrégularités de tension et de courant peuvent indiquer un incident en cours ; l'arrêt de la charge pourrait à lui seul empêcher un incendie à ce moment-là.

La nécessité de disposer d'une puissance importante pour la recharge, et d'autres raisons, font que les stations de recharge sont souvent concentrées dans une même zone et à proximité des bâtiments.

Si l'objectif est d'empêcher la propagation des incendies de voiture à voiture, il faut alors envisager le confinement par des mesures architecturales, l'évacuation de la chaleur et de la fumée, la détection et le contrôle/la suppression automatique, etc. en plus de ce que la législation et la réglementation locale imposent pour la sécurité des personnes.

Ceci inclut naturellement la position de l'appareil de chargement afin d'éviter tout dommage accidentel, par exemple en cas de collision.

Un interrupteur manuel d'urgence pour toutes les stations de recharge peut être nécessaire, éventuellement avec une protection contre le vandalisme.

6.3. Détection automatique

Comme l'ont montré les incendies des aéroports de Luton et de Stavanger, causés par des voitures MCI, la détection automatique aurait probablement donné des résultats différents. Le délai entre la découverte humaine initiale des incendies et l'appel d'urgence au SIS a été inutilement allongé et aurait pu être réduit. Si le SIS avait été prévenu plus tôt, il aurait pu intervenir pour obtenir un meilleur résultat, au lieu d'arriver trop tard.

À Liverpool (Royaume-Uni), il a fallu 13 minutes entre le moment où les premières personnes ont observé le début de l'incendie et celui où elles ont prévenu le SIS ; 21 minutes se sont écoulées avant l'arrivée du SIS et l'évolution de l'incendie dans ce laps de temps a conduit à ce qu'il ne puisse combattre le feu que de l'extérieur. Pour Stavanger (NO), il s'est écoulé 8 minutes avant l'appel du SIS et 19 minutes avant leur arrivée. Ces premières minutes ont une valeur inestimable, et on ne saurait trop insister sur ce point.

Si une meilleure sensibilisation du public peut se traduire par de meilleurs résultats, elle n'est pas fiable et ne peut être attendue. Dans les deux cas susmentionnés, le public a évacué en toute sécurité avant de donner l'alerte et un temps précieux a été perdu. La détection automatique semble donc essentielle.

Il existe de nombreuses options pour la détection automatique. En général, on utilise des détecteurs de fumée ou de chaleur ponctuels et des détecteurs multicritères. On peut également utiliser des détecteurs linéaires de chaleur ou, dans le cas le plus simple, une tête sprinkler dont la chaleur provoque l'éclatement de l'ampoule; l'écoulement d'eau qui s'ensuit déclenche une alarme.

Des progrès sont également réalisés dans le domaine de la détection vidéo des flammes et des fumées, mais celle-ci nécessite souvent une bonne luminosité et peut être sujette à de fausses alarmes en raison des mouvements

dans le stationnement. Elle peut nécessiter une technologie plus récente qu'une simple couche logicielle sur le système de vidéosurveillance en place. Des détecteurs UV/IR pourraient également être envisagés.

La nécessité de transmettre rapidement l'alarme au SIS est essentielle. Lorsque leur temps d'arrivée sur site est susceptible d'être plus long que le temps écoulé entre l'alarme et la propagation à une deuxième voiture, la détection seule doit être considérée comme inadéquate.

6.4. Extraction de la fumée

Étant donné que la propagation d'un véhicule à l'autre résulte de la chaleur transmise par rayonnement et convection, et que les émanations d'un véhicule en feu sont reconnues comme nocives, il peut être judicieux d'automatiser le système d'extraction des fumées. Dans ce cas, le système doit être adapté aux températures probables de la fumée et son fonctionnement ne doit pas affecter l'automatisation d'autres systèmes.

L'évacuation des gaz extraits ne doit pas non plus mettre en danger les autres personnes se trouvant à proximité de l'échappement, ni gêner l'intervention des SIS.

6.5. Protection automatique contre l'incendie

La nécessité d'une protection automatique est largement démontrée. Le refroidissement de la zone immédiate, par l'absorption de la chaleur émise, et l'arrosage de la zone adjacente - voitures et structures - ont un impact clairement reconnu.

Les recherches sur l'efficacité du déploiement de sprinkleurs automatiques ou de brouillards d'eau sont de plus en plus nombreuses. Il en va de même pour la question de savoir si cela peut se faire par le biais d'ampoules/liaisons individuelles fonctionnant à la chaleur ou si le noyage de type déluge par zone est peut-être plus efficace et nécessaire dans certaines applications ou zones spécifiques.

Les performances supposées d'autres technologies, telles que les agents formant un film isolant, qui ne sont souvent prouvées qu'à petite échelle et sur des cellules cylindriques - ce qui est très différent du scénario du VE - doivent faire l'objet d'un examen approfondi.

6.6. Protection manuelle contre l'incendie

Les RIA peuvent accélérer l'intervention des SIS. Si un site particulier dispose d'agents de sécurité incendie, ceux-ci peuvent les utiliser, mais ils doivent être dûment formés, comprendre les risques associés et disposer d'EPI appropriés, y compris d'un appareil respiratoire, car les fumées d'incendie sont toxiques.

Les extincteurs portatifs doivent être installés conformément aux exigences et peuvent être efficaces lorsqu'ils sont utilisés dans un incendie de véhicule qui ne s'est pas complètement développé et qui n'est pas un emballement thermique de batterie. Toutefois, les extincteurs portatifs ne sont normalement destinés qu'à faciliter les moyens d'évacuation.

Les systèmes d'alarme déclenchés manuellement sont évidemment utiles. Dans le cas des deux incendies cités, si des déclencheurs manuels d'alarme avaient été présents et utilisés, les résultats auraient pu être différents. L'intégration dans un plan d'intervention, où une alarme manuelle amène automatiquement les opérateurs de vidéosurveillance à investiguer immédiatement à cet endroit, peut également être envisagée. Notons que l'alarme peut être déclenchée le long de l'itinéraire d'évacuation des personnes et pas nécessairement à proximité de l'incendie lui-même : ceci peut entraîner des retards lors de la vérification ou être considéré à tort comme une alarme intempestive, ce qui retarde également l'intervention.

La liste de mesures ci-dessus n'est pas exhaustive, mais elle identifie des solutions qui sont réalisables, éventuellement viables pour la modernisation d'un parking et qui devraient être prises en compte lorsque les parties prenantes et les experts s'engagent dans l'élaboration d'une stratégie de protection spécifique à un site.

7. Solutions de protection contre l'incendie : Description et caractéristiques

La solution de protection incendie à mettre en œuvre dépend directement de la stratégie de protection incendie choisie, déduite de l'analyse des risques et de la réglementation qui peut prescrire le niveau de protection le plus élevé. En outre, le coût est souvent un facteur déterminant.

Avant d'évaluer les différentes stratégies disponibles, il est important de garder à l'esprit plusieurs considérations

générales :

- La détection des incendies peut être utilisée pour déclencher une intervention, mais elle n'aura pas d'effet sur la propagation de l'incendie.
- L'eau permet de mouiller et de refroidir, non seulement le feu lui-même, mais aussi tous les combustibles situés à proximité du feu, afin de retarder ou d'empêcher l'incendie (par exemple sous l'effet de la chaleur rayonnée).
- La protection automatique, telle que les systèmes sprinkler ou brouillard d'eau, doit être privilégiée car elle affecte rapidement le développement de l'incendie. Elle doit être conçue de manière à limiter la propagation des incendies de voiture à voiture.
- L'objectif d'une protection efficace contre l'incendie est de limiter le nombre de véhicules impliqués à un très petit nombre et de faire en sorte que la situation soit gérable par les pompiers une fois qu'ils sont sur place.

Comme nous l'avons vu précédemment, les zones de chargement ont été identifiées comme les zones les plus à risque dans un parc de stationnement. Indépendamment du type de véhicule, le risque lié aux BEV/PHEV peut augmenter pendant la charge, de sorte qu'une protection localisée à cet endroit semble plus nécessaire.

Une première approche consiste à se concentrer sur les zones de chargement et à protéger individuellement chaque voiture de chaque zone de chargement. Pour ce faire, on peut utiliser de l'eau pulvérisée ou du brouillard d'eau. Cette solution est particulièrement pertinente lorsque le débit d'eau disponible est une contrainte majeure. Si le débit d'eau disponible est suffisant, il est judicieux de couvrir également les véhicules adjacents de part et d'autre de la voiture en feu afin de faire face aux situations où la propagation a déjà commencé ou est probable. Lorsque le développement de fumée et les phénomènes de torchère risquent d'entraîner une mauvaise identification de la voiture en feu, il peut être utile de déclencher le système à l'aide d'un système de détection très sélectif et précoce. Si les technologies conventionnelles de détection, telles que la fumée ou la température, sont susceptibles d'être mises en échec, d'autres solutions, telles que la détection vidéo des incendies, peuvent être envisagées en lieu et place ou en tant que solutions complémentaires.

Une deuxième approche consiste à se concentrer sur les zones de chargement tout en protégeant l'ensemble de la zone de chargement. Dans ce cas, un système déluge est mis en œuvre en utilisant de l'eau ou du brouillard d'eau. Comme indiqué précédemment, le fait d'arroser les voitures et les structures adjacentes joue un rôle décisif pour éviter les effets domino. Le débit d'eau requis est plus important et dépend du nombre de places par zone de recharge. En ce qui concerne la détection des incendies, et sans qu'il soit nécessaire d'identifier la voiture qui a commencé à brûler, une détection générique basée sur des technologies conventionnelles de détection telles que la fumée, les flammes ou la température est pertinente et peut être facilement mise en œuvre.

Cette approche s'adapte facilement à l'ajout régulier de zones de recharge dans le parking, en utilisant la même source d'eau. Il est toutefois essentiel de ne pas augmenter le nombre de voitures dans chaque zone de recharge séparée afin d'éviter d'avoir à augmenter le volume d'eau et/ou le débit requis.

Lorsque la stratégie choisie consiste à protéger toute la surface du garage, un système sprinkler ou un système brouillard d'eau utilisant des buses automatiques doit être mis en œuvre. Comme la détection est basée sur l'augmentation de la température au niveau du plafond, le déclenchement du système peut ne pas être précoce. C'est pourquoi il est conseillé d'ajouter un système électronique de détection d'incendie afin de déclencher une alarme précoce permettant d'évacuer les personnes et d'initier une intervention plus rapide des services d'incendie et de secours.

Dans tous les cas, la conception du système de protection contre l'incendie doit être validée au préalable par une série d'essais représentatifs, y compris des essais avec des véhicules électriques. Très peu de protocoles d'essai sont actuellement disponibles. Des protocoles spécifiques peuvent être élaborés par des laboratoires tiers pour valider les performances d'un système. Les résultats des essais devraient être exigés par les utilisateurs finaux. Les protocoles d'essai devraient accorder une grande attention aux types de batteries, à la reproductibilité des feux, etc. La validation d'une solution doit être basée sur sa capacité à atteindre les performances suivantes :

- éviter la propagation aux voitures adjacentes
- préserver les structures

- réduire la température ambiante et la fumée pour faciliter l'intervention des pompiers

8. Inspection, essais et maintenance

Une approche holistique de la sécurité incendie comprend un solide programme d'inspection, de test et de maintenance (ITM) afin de s'assurer que les équipements de sécurité incendie sont prêts à faire face aux situations d'urgence.

Un système de protection contre l'incendie mal entretenu peut être aussi risqué que l'absence de système, en augmentant le risque d'incendie incontrôlé. Un programme ITM solide permet aux systèmes à fonctionner comme prévu en cas d'urgence.

- **Détection d'incendie** : Il est essentiel que tous les composants de détection et d'alarme soient régulièrement contrôlés pour fonctionner correctement. Cela comprend le nettoyage, le test, l'étalonnage et la surveillance du niveau d'encrassement. La télésurveillance permet de détecter rapidement les défaillances et les prestataires doivent se conformer à la norme EN 16763.
- **Protection incendie** : L'ITM de routine doit couvrir tous les composants du système d'extinction, en tenant compte de tout changement dans l'utilisation du bâtiment ou des matériaux. Par exemple, les réserves d'eau, les vannes et les têtes de sprinklers doivent faire l'objet d'une inspection et d'une maintenance régulières, conformément à des normes telles que la norme EN 12845, qui définit des actions et des fréquences spécifiques pour chaque type de système.

9. Résumé et conclusions

De nombreux travaux ont déjà été entrepris par des laboratoires reconnus, des autorités et des fabricants de systèmes de protection incendie, qui continuent d'explorer ces questions. Ces travaux portent non seulement sur le parc de véhicules existant, mais aussi sur le développement de nouveaux groupes motopropulseurs, y compris de différentes compositions chimiques. En outre, les développements non liés aux véhicules électriques émergent, tels que l'hydrogène.

Ces conseils ne sont donc pas exhaustifs et le lecteur doit se familiariser avec les recherches et les développements actuels.

Les VE et les véhicules à moteur à combustion interne présentent tous deux des risques d'incendie qui leur sont inhérents, mais la nature de ces risques diffère entre les deux types de véhicules. Quel que soit le type de propulsion, la charge calorifique des véhicules modernes est principalement déterminée par leur taille et leur poids, ainsi que par la quantité de plastique utilisée.

La taille sans cesse croissante des véhicules d'aujourd'hui et l'augmentation constante de la charge calorifique constituent un défi pour la protection contre l'incendie, en particulier dans les stationnements existants qui n'ont pas été planifiés et construits à l'origine pour des véhicules de cette taille et de cette charge calorifique. Il en résulte que les véhicules sont garés plus près les uns des autres, ce qui entraîne une propagation plus rapide et plus importante du feu, comme le montrent les exemples de Stavanger (en cause un véhicule MCI défectueux) et de Luton (en cause un véhicule MCI défectueux).

Cela signifie que les mesures de protection contre l'incendie doivent être adaptées pour empêcher la propagation du feu, quel que soit le type d'entraînement.

Une analyse des risques spécifiques au site permettra d'élaborer une stratégie de lutte contre l'incendie adaptée.

- Une intervention rapide est primordiale pour limiter la propagation d'une voiture à l'autre. Très peu de voitures doivent être impliquées avant qu'un accident catastrophique ne se produise.
- Une protection incendie automatique, telle qu'un système à base d'eau, atténuera l'impact sur la structure et autorisera plus de temps entre le début de l'incendie et l'intervention du service d'incendie et de secours.
- Lorsque la lutte contre l'incendie se fait manuellement et rapidement, un système automatique peut se limiter à une détection et d'une alarme.
- Les exigences réelles peuvent être définies par la réglementation locale, qu'elle soit régionale ou nationale, ou prescrites par un propriétaire de bâtiment, un assureur ou d'autres parties prenantes.

10. Bibliographie

- Guidance of Integrated Fire Protection Solutions for Lithium-ion Batteries. Euralarm, Feb 2022.
- Modern Vehicle Fire Hazards in Parking Garages and Vehicle Carriers. Combustion Science & Engineering, Inc. July 2020
- Sammanställning av bränder i elfordon och eltransportmedel år 2018–2023. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. MSB1647 – May 2024
- Fakten zum Thema Elektromobilität und Brandschutz. DEKRA Automobil GmbH. Stand 12.05.2022.
- Electrical Vehicle Fire Safety in Enclosed Spaces. RISE report 2023:42.
- Charging of Electrical Cars in Parking Garages. RISE report 2020:30.
- White Paper on Fire Safety in Parking Garages with Electrical Vehicles. 2023 Siemens
- Classification of Modern Vehicle Hazards in Parking Structures & Systems – Ph II. Combustion Science & Engineering, Inc. NFPA FPRF May 2024
- Kings Dock Car Park Fire – Protection Report. Merseyside Fire & Rescue Service. April 2018.
- Position paper on sprinkler systems in car parks containing electrical vehicles. EFSN. Nov 2023.
- Electric Vehicle Charging and Enclosed Car Parks v1. RSA. RCG033 12/2021.
- To194 – Covered Car Parks – Fire Safety Guidance for Electric Vehicles. Office for Zero Emission Vehicles (OZEV) ARUP. Jul 2023.
- Rapport de la CGEDD " le renforcement de la protection incendie dans les parkings couverts et le déploiement des infrastructures de recharge pour véhicules électriques " Juillet 2022
- Guide de la DGSGCG sur les ERP de type PS : "Guide pratique relatif à la sécurité dans les parcs de stationnement couverts ouverts au public" Janvier 2018
- Livre blanc du CNPP " Batteries électriques et mobilité " Juin 2019
- Literature Review on Parking of Electric Vehicles. Report A1-02202.1 Jun 2023. NRC-CNRC.

Date de publication : Mars 2025

Euralarm
Gubelstrasse 22
CH-6301 Zug (Suisse)

Numéro d'enregistrement commercial suisse : CHE-222.522.503

E secretariat@euralarm.org
W www.euralarm.org