



PARTAGE D'INFORMATION OPERATIONNELLE

Les feux de packs batteries sur véhicules électriques et gestion des risques d'emballement thermique



1. ELEMENTS DE CONTEXTE

La transition énergétique amorcée par l'Etat français et l'Union Européenne a conduit à une augmentation significative du nombre de véhicules électriques (VE) ou électriques hybrides rechargeables¹ (VEH) en circulation. Ces derniers posent de nouveaux défis aux services d'incendie et de secours, en particulier lors des incendies impliquant leurs batteries de traction.

Les packs batteries de traction, au cœur des VE et VEH, utilisent des technologies très majoritairement à base de lithium-ion réputées pour leur densité énergétique élevée. Toutefois, en cas de déformation, de défaillance technique, de surchauffe ou de propagation d'un incendie de l'habitacle à sa batterie de traction, un court-circuit peut survenir et entraîner en **emballement thermique immédiat ou retardé**.

Ce PIO a pour objectif de sensibiliser les COS aux problématiques liées aux emballements thermiques des véhicules électriques et électriques hybrides rechargeables et de proposer des solutions pour y faire face.



Les éléments apportés dans ce document sont susceptibles d'évoluer au regard des avancées technologiques, des travaux de recherche en cours et des innovations futures.

¹ Sous le sigle VEH on considérera plus particulièrement les véhicules hybrides rechargeables, appelés aussi PHEV pour *plug-in hybride electric vehicle*

2. PROBLEMATIQUES RENCONTREES

Phénomènes observés	Risques
Emballlement thermique retardé : Une surchauffe localisée dans une cellule peut se déclencher à retardement (par exemple, suite à un choc sur AVP) et se propager rapidement aux autres cellules de la batterie.	Incendie a posteriori suite à ré-inflammation du pack batterie (lors du remorquage, sur le lieu de stockage, feu de casse auto, etc.) Sous-estimation du risque par les intervenants : Pas ou peu de prise en compte du risque d'emballement thermique en dehors du contexte incendie (lors d'un AVP par exemple).
Complexité structurelle des véhicules : En fonction du type de véhicule concerné, la localisation des packs batteries et leur accès complique leur refroidissement (dans le châssis sur les véhicules légers, en partie haute sur les bus et autres utilitaires, etc.).	Face à une inefficacité de l'extinction avec 2 LDV classiques, les SP pourraient être tentés d'utiliser de nouvelles techniques d'extinction (ex: perforation du pack batterie avec une lance « bélier », utilisation de disqueuse ou d'outils de perforation, etc.).
Emissions de fumées : Si les gaz de combustion de VE-VEH sont sensiblement identiques à ceux de véhicules à motorisation thermique, les différentes études confirment la présence en plus grande quantité de fluorure d'hydrogène (HF) et de particules métalliques.	Fumées très toxiques, notamment blanches en début d'incendie. Risque corrosif au contact de l'eau (production d'acide fluorhydrique très corrosif et particulièrement toxique)
En cas d'absence de flammes, accumulation de gaz inflammables, notamment d'hydrogène lors de l'emballement thermique en espace clos (box, parking sous-terrain, garage).	Production d'atmosphère explosive , notamment dans un environnement clos par la génération de VCE (Vapour Cloud Explosion). Cela peut être le cas dans l'habitacle du véhicule si les vitres n'ont pas cédé.
Températures plus importantes lors des feux de VE et VEH : 1000°C au sein du véhicule et du pack batterie.	Risque de propagation augmenté , notamment en espace clos (parcs de stationnement), par effets de rayonnement, convection...
Projection d'éléments ou de métal en fusion : particulièrement en cas de technologie lithium-métal-polymère (LMP), mais également possible avec le Lithium-ion notamment pour les cellules cylindriques et les casing aluminium.	Brûlures ou effets missiles pour les équipes ou pour le public.
Jets de flammes / projection d'arcs électriques : flammes très caractéristiques et facilement visibles lors des premières minutes de combustion du pack batterie (souvent en partie basse) avec présence d'arcs électriques et d'étincelles.	Risque de brûlure des intervenants , lors des phases d'extinction ou de reconnaissance autour du véhicule, par des flammes directionnelles pouvant avoir une longueur de plusieurs mètres.
Pollution des eaux d'extinction , notamment lorsque de l'eau peut être injecté dans le pack batterie.	Les analyses des eaux d'extinction par l'INERIS ont démontré que ces dernières étaient chargées en molécules toxiques (Al, As, Co, Cu, Li, Mn, Ni, Pb, P, S), COV, HAP et carbonates, risquant ainsi d'entraîner une pollution de l'environnement.
Durées d'extinction prolongées nécessitant de très grandes quantités d'eau (au-delà de 3000 l d'eau utilisées sans efficacité, on peut considérer que l'on fait face à un phénomène d'emballement thermique).	Effluents pollués en quantité plus importante

3. FACTEURS DEFAVORABLES A LA GESTION OPERATIONNELLE

- **Les délais d'intervention**

La difficulté à localiser et à traiter efficacement les packs batteries (**faire pénétrer de l'eau dans le pack batterie**) peut prolonger sensiblement la durée des interventions, réduisant la disponibilité des unités pour d'autres missions.

- **La sécurité des intervenants**

L'exposition prolongée aux flammes, aux gaz toxiques et à l'instabilité des batteries peut compromettre la sécurité des équipes. Pour ces raisons, **le port de l'ARI en complément de la tenue de feu complète doit être systématique pour tous les feux de véhicules, même à l'air libre.**

- **La gestion des fumées**

Les emballements thermiques de VE/VEH en espaces confinés (garages, parcs de stationnement couverts, tunnels) doivent faire prendre en compte la ventilation et la gestion des fumées du fait de leur toxicité, de leur explosivité (notamment en l'absence de flamme) et l'impact sur les populations (évacuations/confinement).

- **Des réponses techniques insuffisantes**

L'absence d'équipements spécifiquement conçus pour lutter contre les feux de packs batteries, comme des systèmes de refroidissement ciblés, ne permet pas une lutte efficace, génère des durées d'intervention importantes et une consommation d'eau excessive.

Parallèlement à cela, de nombreux fournisseurs de matériels d'incendie proposent des équipements et des moyens plus ou moins adaptés à cette mission, entraînant parfois des dérives opérationnelles qui pourraient être dangereuses (par exemple : **prises d'urgence visant à garantir la mise en sécurité du VE** et prévenir un emballement thermique par contrôle de la température. A ce jour, les constructeurs sollicités indiquent qu'il n'y a pas de liaison « commande » entre la prise de charge et le pack batterie qui permette de réaliser ces opérations).

4. RECOMMANDATIONS OPERATIONNELLES

L'emballement thermique, bien que rare et difficile à contrôler, engendre des risques accrus pour les infrastructures et les sapeurs-pompiers en intervention. Si dans la majorité des cas, les risques d'emballements thermiques sont le plus souvent évités grâce à la rapidité d'action des équipes de secours ou à la structure même des packs batteries, il arrive parfois que ces derniers ne puissent être maîtrisés au moyen d'une ou deux lances à eau, conformément au GDO « opérations de secours en milieu routier ».

Même si elles sont rares, ces situations entraînent des durées d'intervention importantes (généralement entre 4 et 8 heures) et l'utilisation de quantités d'eaux conséquentes (entre 10 000 et 20 000 litres en moyenne).

Face à cette évolution, il est essentiel d'anticiper ces risques et d'adapter nos pratiques opérationnelles pour garantir une réponse efficace et sécurisée.

L'ensemble des propositions présentées ci-dessous est issue des études réalisées par différents SIS, des RETEX et des analyses comparatives réalisées auprès d'autres pays européens confrontés aux mêmes problématiques.

4.1. Des matériels inefficaces ou à proscrire face à un emballement thermique du pack batterie

- Les bâches (ou couvertures) d'extinction



L'utilisation de ce type de matériel est à proscrire face à un emballement thermique, en raison des dégagements de gaz inflammables et toxiques générés par la batterie. Celle-ci risque de créer une atmosphère explosive sous la couverture. En outre, la couverture n'exerce aucune action d'extinction directe sur le feu présent dans le pack batterie HT. La décomposition de certains matériaux peut libérer de l'oxygène contribuant à l'auto-entretien de la combustion.

L'utilisation de telles couvertures peut présenter un intérêt pour protéger l'environnement proche d'un véhicule électrique en feu (VL stationnée à proximité par exemple) ou pour isoler un véhicule à carburateur classique en feu.

Exemple d'utilisation de couverture d'extinction © SIS Riviera (Suisse)

- La perforation du pack batterie par une lance-pieu ou un outil de forcement



Conformément aux prescriptions des constructeurs automobiles (FAD, etc.), **il est formellement interdit d'introduire un pieu ou tout autre outil métallique à l'intérieur du pack batterie**. En effet, le risque de relancer une nouvelle réaction d'emballement thermique peut se produire sur d'autres cellules au moment de la perforation. Cela exposerait de plus, l'opérateur à un risque électrique majeur. **Les lances-pieu sont donc à proscrire, qu'elles soient manuelles ou commandées à distance**. L'utilisation d'autres outils de forcement (de type « Halligan Tool », disques, outils de désincarcération, etc.) est également proscrite.

- L'immersion du véhicule dans une benne



Exemple de benne d'immersion - © SP Bruxelles 2019 (Belgique)

L'utilisation de bennes d'immersion est pratiquée par certains industriels pour noyer directement les cellules/batteries, ou par des sociétés de dépannage pour sécuriser leurs actions de remorquage.

Pour autant, plusieurs RETEX ont démontré que l'immersion d'un véhicule ne garantissait pas l'extinction d'un emballement thermique. En effet, si l'eau ne peut pas pénétrer à l'intérieur du pack batterie, l'immersion ne contribue qu'au refroidissement extérieur.

Par ailleurs, la ré-ignition de certaines cellules peut intervenir dès que le véhicule est sorti de l'eau, même après de longues durées d'immersion. Cette technique ne peut être qu'une solution temporaire.

Concernant des véhicules de petits gabarits (trottinettes, etc.), la solution d'immerger entièrement l'engin peut être retenue. Toutefois, de nombreux véhicules de grands gabarits (utilitaires, bus, PL, etc.) disposent de pack batteries en partie supérieure de leur structure, rendant ainsi impossible l'immersion complète du véhicule.

Enfin, **en cas d'immersion, la gestion des eaux d'extinction devient une nouvelle problématique que devra prendre en compte le COS dans sa gestion de l'intervention.**

- **L'utilisation d'extincteurs spécifiques**



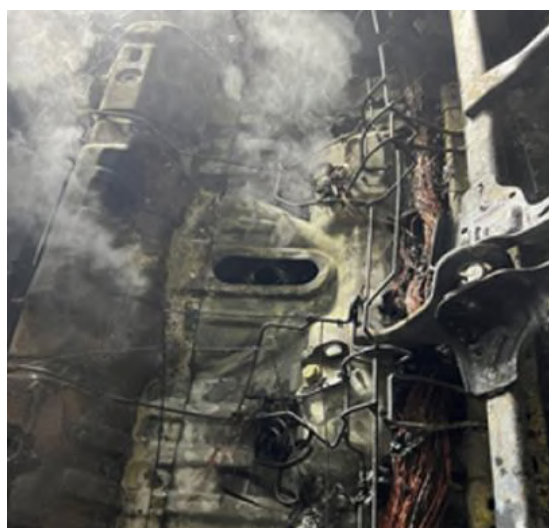
Ces appareils utilisent essentiellement un agent extincteur de type minéral. Il existe plusieurs conditionnements possibles allant de 500 ml à 50 litres.

Ces extincteurs, présents dans les entreprises travaillant sur les batteries, ne sont efficaces que si l'on peut accéder directement aux cellules.

Ils s'avèrent donc inadaptés face à un emballement thermique enfermé dans le casing du pack batterie.

4.2. Des matériels pouvant contribuer à l'extinction d'un emballage thermique

- **Introduction d'eau via une trappe thermo fusible**



Fireman Access - © Renault 2025

Certains véhicules sont équipés d'une trappe thermo fusible permettant en cas d'incendie d'injecter directement de l'eau à l'intérieur de la batterie (exemple du « Fireman Access » sur tous les véhicules électriques Renault).

Ce type de trappe permet d'apporter de l'eau directement au cœur des cellules et de réaliser rapidement le noyage du pack batterie en utilisant une LDV avec un faible débit, tout en s'approchant au plus près de la trappe (après extinction du foyer principal du véhicule).

Le délai d'extinction et les quantités d'eau utilisées sont ainsi réduits. Si ce dispositif existe, sa position est précisée dans les FAD du constructeur.

- **Utilisation de lance perforante à ultra haute-pression**



Utilisation de lance perforante Cold Cut
© – SP Suède 2024

Dans les cas où l'eau ne peut pas pénétrer dans le casing par les déformations de l'enveloppe ou par la fonte de parties fusibles, il est possible de réaliser une ouverture, mais sans utiliser d'outil de forçement et sans intrusion d'un corps étranger en contact avec les cellules. Pour cela, l'utilisation de lances perforantes ultra haute-pression est possible.

Ce dispositif permet d'associer un abrasif à de l'eau à très haute-pression (environ 300 bars) pour réaliser un percement de quelques millimètres de diamètre, sans l'intrusion d'une partie métallique dans le corps de la batterie.

Une fois le percement réalisé, de faibles quantités d'eau (30 à 60 L/min) sont injectées, sans abrasif, sur des points ciblés du pack batterie ce qui permet d'agir directement sur l'emballement thermique par un refroidissement interne.

L'emploi d'un ventilateur afin de créer une veine d'air et l'utilisation d'une caméra thermique, peuvent permettre de cibler plus précisément les points chauds du pack batterie.

Le binôme opérant avec la lance ultra haute pression reste sous la protection du jet de la première LDV.

Tout autre système permettant une perforation ciblée et l'injection d'eau n'obligeant pas le binôme d'attaque à avoir une action intrusive dans le pack batterie, pourrait être employé. Des expérimentations sont en cours pour développer de tels dispositifs.



Utilisation de lance perforante lors d'essais feu
© SDIS 91 – 2025

5. CONDUITE A TENIR

Quel que soit le moyen d'extinction utilisé, en plus du **port obligatoire de l'ARI capelé**, lors de la phase d'extinction, les intervenants peuvent utiliser :

- **la caméra thermique**, ce qui permet de cibler l'action de la lance sur les zones du pack batterie présentant uniquement des élévations de températures ;
- **un ventilateur opérationnel**, si possible, afin de faciliter l'approche, la visibilité et les actions d'extinction du porteur de lance. En l'absence de ventilation mécanique, il est également possible de se positionner dos au vent.

Au regard des éléments présentés ci-dessus, plusieurs choix tactiques sont offerts au COS :

5.1. Une action offensive au moyen de LDV sur batterie Lithium-ion

Conformément au GDO « opérations de secours en milieu routier » (cf. page 133), le principe général d'extinction d'un feu de VE / VEH 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 de 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 l'extension du sinistre et, 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.).

Toutefois, en cas d'emballement thermique avéré et d'absence d'ouverture du casing (évent, trappe thermo fusible, etc.), l'intervention peut s'inscrire dans la durée, pouvant parfois aller jusqu'à une dizaine d'heures et nécessiter de très grandes quantités d'eau.

5.2. Une action défensive

Comme indiqué dans le GDO « opérations de secours en milieu routier » (1^{ère} version – juillet 2025 – cf. page 134), « **le COS peut envisager de laisser brûler un véhicule en feu**, 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 (exemple : risque d'explosion, torchères, guet-apens, projectiles, etc.) ». Par extension, cette idée de manœuvre est également possible en cas d'inefficacité de la phase d'extinction.

En l'état actuel des connaissances, et à titre indicatif, la durée d'un emballement thermique est estimée à environ 1h, sans action des secours.

En outre, si l'opération d'extinction 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 attitude défensive (pas d'extinction, périmètre de sécurité, protection de l'environnement) pourra alors être privilégiée lorsqu'une attaque offensive ne se justifie pas (exemple : véhicule isolé entièrement embrasé sans cible à proximité).

5.4. Le remorquage et mise en quarantaine

Une fois l'extinction réalisée, le COS ne doit cependant pas éluder le risque de ré-ignition de la batterie, même plusieurs jours après. Cette notion importante est désormais clairement définie dans le GDO. Elle affirme ainsi le rôle et la responsabilité du COS dans son **obligation d'informer les forces de l'ordre et la société de dépannage du risque de ré-ignition**.

Les manipulations du véhicule après son extinction doivent être prudentes. Les éléments suivants doivent être pris en compte :

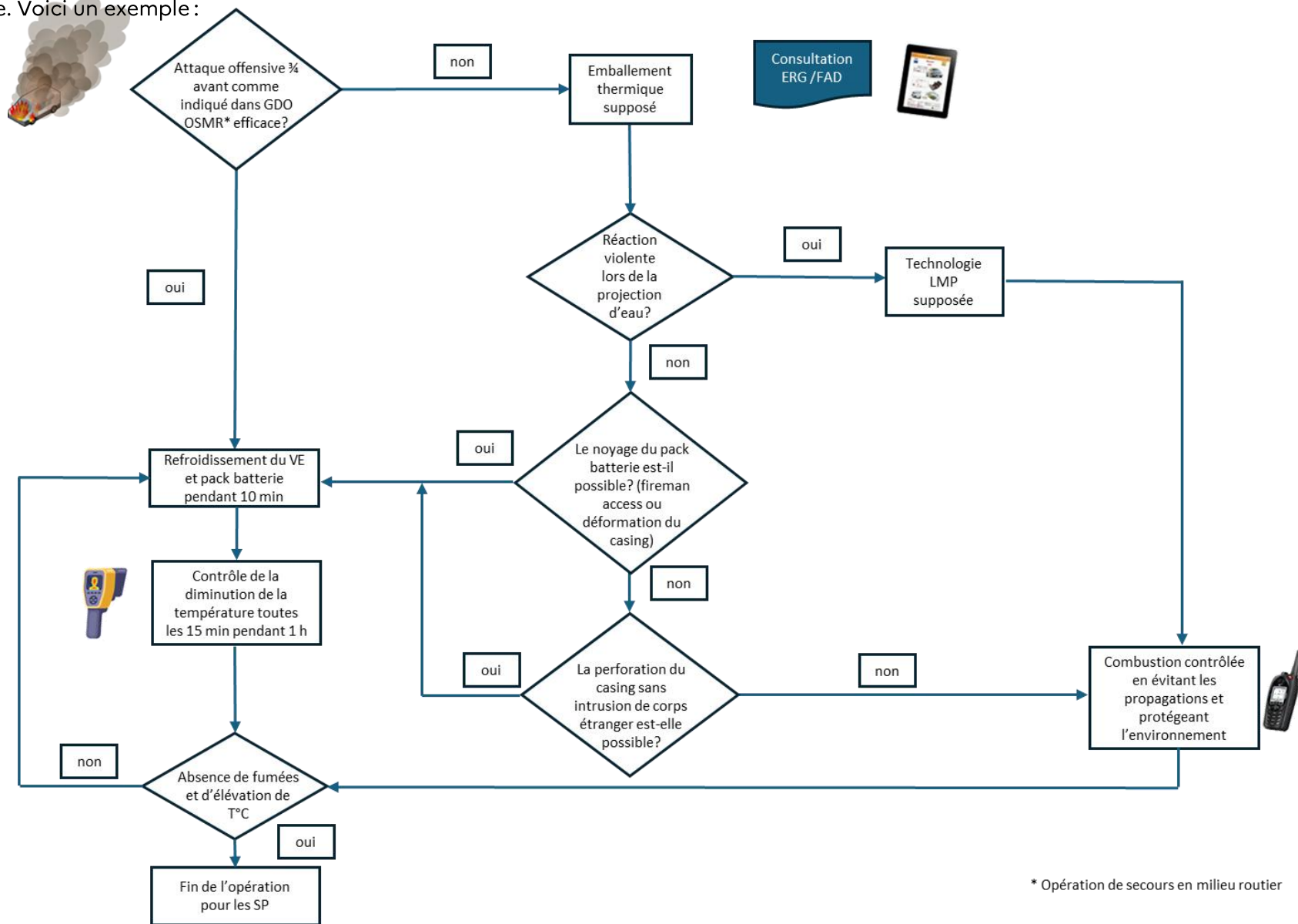
- Le risque électrique ne disparaît pas même après destruction totale du véhicule par l'incendie. Ainsi, il faut être vigilant aux éléments du pack batterie qui pourraient être mis en contact avec la carrosserie par déformation des éléments le composant ;
- L'écoulement de l'électrolyte de batterie, qui, au-delà de fuir en dehors du casing, pourraient entrer en contact avec d'autres modules et créer des mises en contact susceptibles d'entraîner de nouveaux emballements thermiques.

C'est pourquoi, il est important qu'une société de dépannage qualifiée puisse prendre en charge le véhicule après extinction.

Il est recommandé de **mettre le véhicule en quarantaine sur un sol inerte** en respectant **une distance d'isolement de 8 mètres** (recommandations faites dans plusieurs FAD).

6. EXEMPLE DE LOGIGRAMME D'AIDE A LA DECISION

Pour illustrer les différentes situations présentées ci-dessus, plusieurs SIS ont proposé des logigrammes qui sont consultables dans l'espace RESANA - BDFE - section doctrine. Voici un exemple :



7. BIBLIOGRAPHIE

Guide de Doctrine Opérationnelle Opérations de secours en milieu routier Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises, BDFE - 1^{ère} version – juillet 2025 – 180 pages, France.

Rapport MSB 2023 (Suède)

Comparison of the fire consequences of an electric vehicle and an internal combustion engine vehicle – INERIS (2024).

Evaluating fire severity in electric vehicles and internal combustion engine vehicles : a statistical approach to heat release rates - Fire Technology (2024).

Fire experiment to examine the use of ultra high pressure extinguishing systems for fires in batteries of electric vehicles - NIPV (2024)

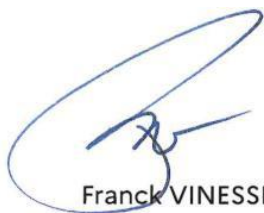
Synthèse des travaux sur l'extinction des feux de batteries Li-ion de véhicules électriques – INERIS (2024)

Guide de doctrine opérationnelle opérations de secours en milieu routier - DGSCGC (2025)

Guide opérationnel, interventions d'urgence sur véhicules électriques CTIF – (2025)

Rapport d'essai n°25/5287/RG1 du Laboratoire Central de la Préfecture de Police de Paris (2026)

**Pour le ministre et par délégation,
le sous-directeur de la doctrine et des ressources humaines,**



Franck VINESSE

