

MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR

DIRECTION GENERALE DE LA SECURITE CIVILE ET
DE LA GESTION DES CRISES

Paris, le 29 JUIN 2012

DIRECTION DES SAPEURS-POMPIERS

SOUS-DIRECTION DES RESSOURCES, DES COMPETENCES
ET DE LA DOCTRINE D'EMPLOI

BUREAU DE LA FORMATION, DES TECHNIQUES
ET DES EQUIPEMENTS

Réf. DGSCGC/DSP/SDRCDE/BFTE/2012 n° 616

Affaire suivie par le commandant Stéphane LEPOURIEL
Téléphone : 01.56.04.73.81
Mel : stephan.lepouriel@interieur.gouv.fr

NOTE D'INFORMATION OPERATIONNELLE

Interventions sur les véhicules électriques et hybrides

Pour développer et pérenniser le marché des voitures électriques et hybrides, les constructeurs automobiles développent de nouvelles technologies. Or, la nécessité du secret industriel d'une part et la célérité de la recherche d'autre part, imposent leur rythme.

Conjointement aux travaux du Ministère en charge de l'Environnement, du Développement Durable, des Transports et du Logement (MEDDTL), la Direction Générale de la Sécurité Civile et de la Gestion des Crises (DGSCGC) a étudié les conséquences liées au développement de ces véhicules et identifié de nouveaux risques pour les intervenants.

La définition des interventions des sapeurs-pompiers sur les véhicules automobiles ne se limite pas à l'incendie, mais couvre également les champs relatifs à la désincarcération de personnes ou à la protection des biens et de l'environnement. En effet, la conception, les matériaux et les énergies utilisés génèrent des risques très variés (électriques, chimiques, etc.) dans l'ensemble des activités opérationnelles des sapeurs-pompiers et de tout autre intervenant dans ce domaine. Ainsi, une approche globale concertée a été effectuée très en amont, pour tout ce qui concerne les risques liés aux moyens de transports routiers utilisant ces technologies.

La présente note d'information opérationnelle a pour objet de décrire les généralités liées aux véhicules dits décarbonés, d'exposer les principaux risques auxquels les sapeurs-pompiers sont susceptibles d'être confrontés et de préciser les procédures opérationnelles générales à mettre en œuvre lors des interventions.

Pour le ministre et par délégation,
Le sous-directeur des ressources, des
compétences et de la doctrine d'emploi



Jean-Philippe VENNIN

Destinataires :

Diffusion externe :

- Tous préfets et hauts commissaires Outre-Mer ;
- SDIS ;
- Tous EMIZ ;
- BSPP ;
- BPM ;
- ENSOSP.

Diffusion interne :

- SDPGC ;
- IDSC.

Avant-propos

Le présent document reflète la réalité de 2011-2012 en ce qui a trait à la technologie et la commercialisation de véhicules électriques, hybrides ou utilisant la technologie hydrogène, en France.

Ces technologies sont en constant changement et des mises à jour seront nécessaires dans le futur.

Malgré tout, l'intention de ce document est de décrire une stratégie globale d'intervention pérenne.

TABLE DES MATIÈRES

I – INTRODUCTION

1.1. Contexte	3
1.2. Problématique	3
1.3. Objectifs du présent document	3

II - GENERALITES SUR LES VEHICULES ELECTRIQUES ET HYBRIDES

2.1 Schéma des composantes d'un véhicule électrique et hybride	4
2.2 Batteries de traction	5
2.3 Batterie de servitude	5
2.4 Câblage électrique	6
2.5 Protection électrique	6
2.6 Borne et port de recharge	6
2.7 Chauffage et / ou climatisation	6

III – ANALYSE DES RISQUES

3.1 Risques toxiques	7
3.1.1 Déversement d'électrolyte dû à une rupture d'enveloppe de batterie de traction	7
3.1.2 Batteries de traction soumises à incendie	7
3.1.3 Cas particulier des super-condensateurs (ou ultra-capacités)	8
3.2 Risques électriques	8
3.2.1 Véhicule en charge, connecté au réseau de distribution publique	8
3.2.2 Véhicules non en charge et alimenté sur sa batterie de traction	8
3.3 Risques mécaniques	9
3.4 Risques thermiques	9

IV - INTERVENTION SUR LES VEHICULES ELECTRIQUES OU HYBRIDES

4.1 Intervention incendie	10
4.1.1 Tenue	10
4.1.2 Chronologie de l'intervention	10
4.2 Intervention pour accident de circulation - désincarcération	12
4.2.1 Tenue	12
4.2.2 Chronologie de l'intervention	12
4.3 Immersion	15
4.2.1 Tenue et mesures de sécurité	15
4.2.2 Chronologie de l'intervention	15
4.4 Rupture d'enveloppe d'une batterie de traction	15

ANNEXE I : Définitions	16
ANNEXE II : Liste des abréviations	18
ANNEXE III et III (bis) : Exemples de Tableaux d'aide à la décision	19
ANNEXE IV : Pour aller plus loin	21
ANNEXE V : Référence – bibliographie	26

I – INTRODUCTION

1.1. Contexte

Les véhicules (véhicules légers, gros tonnage, transport, quadricycles, tricycles et cycles) électriques et hybrides sont sur le point d'amener des bouleversements importants - si ce n'est déjà fait - dans les transports terrestres. Le moteur à combustion interne est appelé à céder une large place à ces véhicules dits décarbonés, fonctionnant grâce à des moteurs moins polluants permettant de diminuer la dépendance vis à vis des énergies fossiles. La combinaison des programmes incitatifs des gouvernements en Europe, en Amérique du Nord et en Asie, ainsi que l'évolution rapide du développement technologique indiquent que cette percée est amorcée.

De plus, les initiatives américaines comme le Zero-Emission Vehicles (ZEV), le « GRENELLE de l'Environnement » de 2007 et la rédaction d'un Livre Vert en 2010 en France, indiquent que les interventions à venir devraient notamment privilégier les véhicules et les carburants qui produisent moins d'émissions : véhicules électriques, véhicules électriques hybrides, piles à combustible, biocarburants, etc.

En réponse aux priorités environnementales et aux engagements définis lors du sommet de Kyoto en 1997 sur la réduction des gaz à effets de serre, les constructeurs automobiles proposent de nouvelles générations de véhicules qui offrent des perspectives prometteuses en matière de réduction de la consommation énergétique et de la pollution.

Le constructeur japonais Toyota a été le premier à annoncer que tous ses véhicules disposeront d'un moteur hybride avant 2012 et que 300.000 modèles en seraient équipés en 2007. Les ventes mondiales de la Toyota Prius ont atteint un cumul de 2 millions d'unités.

Toutes ces mesures et ces perspectives concernant les véhicules dits décarbonés convergent vers une réalité inéluctable : il faut s'y préparer.

1.2. Problématique

Parallèlement au déploiement de ces nouveaux véhicules, il a été noté un manque d'informations auprès des services d'urgences appelés à intervenir lors d'accident, d'incendie ou d'immersion de véhicule.

Par ailleurs, le caractère particulier de certains composants de ces véhicules (batteries notamment) et de l'énergie ou de la technologie utilisée (électrique, hybride ou hydrogène), imposent de formaliser un certain nombre de modes opératoires génériques applicables au plus grand nombre de technologie et quel que soit le modèle de véhicule.

1.3. Objectifs du présent document

La réalisation de cette Note d'Information Opérationnelle (NIO) s'inscrit dans le contexte d'une demande en matière de réponse opérationnelle pour les interventions des services de secours qui impliqueraient les véhicules décarbonés.

Le présent document a pour but de permettre aux sapeurs-pompiers de mieux connaître et reconnaître ces véhicules en circulation et de définir une marche générale des opérations (MGO) et des techniques opérationnelles adaptées.

Dans cette perspective, ce document devient la source principale d'informations nécessaires à la réalisation des documents opérationnels ad hoc.

Pour toutes les technologies innovantes présentes ou en voie de développement en lien avec la mobilité décarbonée (technologie hydrogène par exemple), ce document propose un mode opératoire qui sera amélioré

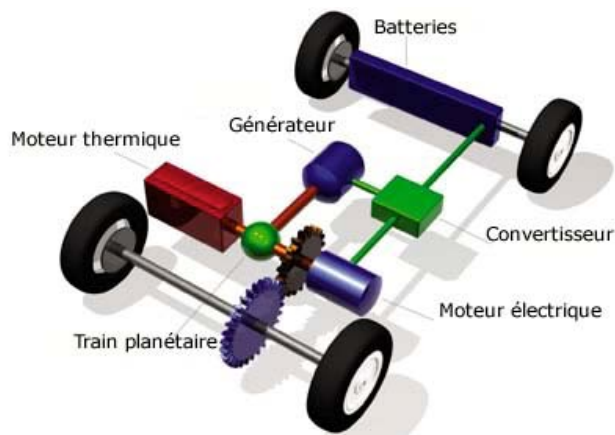
au fur et à mesure de l'avancement des connaissances, des échanges avec les constructeurs et du retour d'expérience des acteurs du secours.

II - Généralités sur les véhicules électriques et hybrides

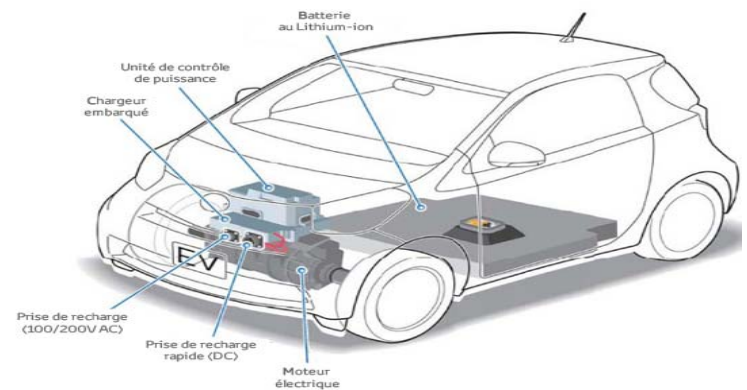
Ce chapitre est destiné à expliquer simplement les différentes composantes d'un véhicule électrique ou hybride. Le but n'est pas de former les sapeurs-pompiers comme techniciens mais plutôt de fournir une connaissance générale du véhicule et de ses différents organes.

Des définitions plus complètes sont livrées en annexe IV.

2.1 - Schéma d'un véhicule électrique et / ou hybride



Véhicule hybride



Véhicule électrique

Dans un véhicule électrique la propulsion est assurée par un moteur fonctionnant exclusivement à l'énergie électrique.

Les véhicules électriques sont caractérisés par le fait que du courant continu (CC) destiné à alimenter les organes de commandes secondaires (éclairage, circuit de sécurité, essuie-glaces, etc.) et du courant alternatif (CA) circulent de façon simultanée.

Suivant les modèles mis sur le marché par les différents constructeurs, il existe deux principes distincts :

- soit du courant continu et du courant alternatif sont présents simultanément, le courant continu étant présent entre la batterie de traction et le convertisseur ;
- soit du courant continu est seulement présent à la sortie d'une batterie additionnelle de 12 volts – ou de 24 volts (voir paragraphe 2.3).

Certains modèles de véhicules électriques sont dotés de réservoirs à carburant annexes afin d'alimenter des dispositifs de chauffage (voir paragraphe 2.7).

Sur d'autres, des supers condensateurs (appelés plus communément Ultra Capacité – UCAP ou DLC) permettent d'alimenter un dispositif assurant le redémarrage (par exemple : E-booster, véhicules « stop & start », etc.)

Les véhicules hybrides sont alimentés par plusieurs sources : un moteur thermique et une énergie annexe (électrique, ou autre).

Sur ces véhicules, le moteur thermique peut jouer deux rôles simultanés : propulser le véhicule et / ou recharger les batteries par sa génératrice.

2.2 – Batteries de traction

Les batteries

plomb (Pb, VRLA...)



Les batteries alcalines

(NiCd, NiMH, NiZn ...)



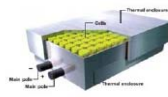
Les batteries Lithium (Li ion, Li Métal

Polymère...)



Les batteries Sodium

(Zebra Na-NiCl₂, NaS)



Les batteries utilisées pour les véhicules électriques ou hybrides, appelées aussi batteries de traction par les industriels, sont des générateurs électrochimiques. Elles stockent de l'énergie sous forme chimique et la restitue sous forme électrique. Nous les nommerons batterie de traction dans tout le reste du document.

Les batteries de traction utilisées aujourd'hui ont un principe de fonctionnement identique à celui des batteries de démarrage, de servitude et d'éclairage que nous connaissons. Cependant, et en raison de leur aptitude à générer des courants très forts pendant des durées importantes, du fait de leur technologie, de leur gestion de charge et de décharge, elles sont très différentes des générations de batteries plus anciennes (plomb ou alcalines).

Les batteries de traction les plus répandues emploient la technologie Lithium-ion (Li-ion) ; certaines utilisent la technologie nickel métal hydrure (Ni-MH), Lithium-métal polymère (LMP) ou encore sodium chlorure nickel (modèle « Zébra »). En cas d'incendie, ces batteries présentent des similitudes avec les feux de métaux. (Voir paragraphe 4.1.2 – Chronologie de l'intervention)

Ces batteries de traction sont installées dans une enveloppe (acier, aluminium, carbone, etc.) hermétique ou non.

2.3 - Batteries de servitude 12 volts ou 24 volts.

Une batterie 12 volts (ou de 24 volts sur les véhicules de gros tonnage tels que les poids lourds) accompagne le convertisseur dans son travail d'alimentation 12 volts (ou de 24 volts). On retrouve ces batteries de servitude dans les automobiles à carburant classique.

Cette batterie alimente un circuit dit « de servitude » qui est destiné essentiellement à assurer l'éclairage, le circuit de commande, le circuit de sécurité (dit secondaire), les essuie-glaces, la ventilation, etc.

Elle délivre une tension continue de 12 volts (ou de 24 volts) et de quelques dizaines d'ampères, suivant la demande énergétique. Dans certains cas, elle peut être suppléée par l'accumulateur principal ou éventuellement par des dispositifs photovoltaïques (Prius 3).

Cette batterie doit systématiquement être déconnectée afin d'inhiber les sécurités secondaires (les airbags par exemple). Cependant, il peut arriver qu'elle soit réalimentée par la batterie de traction. Ainsi seul le débranchement de la batterie de traction permettra un inertage complet des circuits.

Il peut y avoir plusieurs batteries de servitude selon les modèles de véhicules.

2.4 - Câblage électrique

Les constructeurs ont pris l'habitude d'identifier tous les câbles de « haute tension » avec la couleur orange. Ceci permet de bien dissocier l'alimentation de la batterie de servitude délivrant une tension de 12 volts (ou 24 volts) de la « haute tension » (tensions supérieures à 60 volts en CC ou 30 volts en CA).



Les câbles orange sont réglementés dans le cadre de la sécurité fonctionnelle R100. (Le règlement R100¹ actuel est relatif à l'homologation des véhicules électriques en ce qui concerne les prescriptions particulières applicables à la construction et à la sécurité fonctionnelle)

2.5 - Protection électrique

Certains véhicules électriques ou hybrides peuvent être équipés d'un ou plusieurs dispositifs d'arrêt de l'alimentation des batteries de traction.

Ils peuvent être automatiques (fusibles, relais) ou manuels (sectionneurs, interrupteurs). Dans ce dernier cas, ils sont, initialement, prévus pour la maintenance du véhicule. On les appelle parfois aussi : « *Service Plug* ».

Il n'y a actuellement, aucun standard pour leur emplacement, le type de protection fournie, le type de fonctionnement, ou le modèle de sectionneur utilisé.

2.6 - Borne et port de recharge

Dans certains véhicules hybrides, une prise de charge peut être installée (nommé port de charge). Naturellement les véhicules (100%) électriques ont une, voire deux, port de charge.

2.7 – Chauffage et / ou climatisation à bord du véhicule

Pour chauffer un véhicule électrique correctement, deux types de systèmes sont couramment utilisés.

Le premier est un système de résistance haute efficacité, alimenté par la haute tension, qui, en faisant circuler un courant électrique, produit une chaleur, tout comme les plaques chauffantes des cuisines de nos maisons. Inconvénient : ce système consomme l'énergie destinée à la propulsion du véhicule.

Pour éviter ces désagréments, certains constructeurs équipent les véhicules électriques de chauffages additionnels. Ces chauffages sont dits thermiques ou électriques, et sont généralement appelés chauffages par évaporation. Par nature, ils affectent moins l'autonomie du véhicule : ils réchauffent de l'air ou de l'eau (glycol) qui est ensuite envoyé(e) dans la cabine du véhicule.

¹ Ce texte a été modifié afin de prendre en compte les véhicules hybrides d'une part, et, d'adapter les prescriptions aux récentes évolutions techniques introduites notamment en normalisation, d'autre part. Le projet d'amendement a été adopté à la session de juin 2010 du WP 29 (document ECE/TRANS/WP.29/2010/52.), avec pour dates d'applications envisagées le 1^{er} janvier 2013 pour tous les types de véhicules. Le règlement R100 regroupe les prescriptions appliquées aux exigences de sécurité applicables au bus haute tension des véhicules de catégories M et N dont la vitesse est supérieure ou égale à 25 km/h et équipés au minimum d'un moteur de traction à énergie électrique ne nécessitant pas de source d'alimentation externe pour entraîner le véhicule.

Dans le cas des chauffages thermiques, un réservoir à carburant additionnel peut être ajouté sur les véhicules électriques (le gazole est généralement le carburant utilisé). L'emplacement de l'orifice de remplissage n'est pas universel : il peut être placé à côté de la prise électrique destinée au chargement du véhicule, mais peut également être placé ailleurs.

La présence d'un bouchon de réservoir n'est donc pas un indice suffisant pour caractériser un véhicule thermique ou hybride.

III – Analyse des risques

Les moyens de transport peuvent représenter à l'instar d'installations particulières, des risques technologiques qu'il est nécessaire de maîtriser pour l'ensemble des acteurs de la chaîne des secours. Les véhicules décarbonés ne dérogent pas à cette règle et confrontent les secours à une nouvelle gamme de risques leur imposant donc de nouveaux modes opératoires.

L'énumération des dangers peut se faire en considérant :

- la structure du véhicule (ses renforts et / ou ses points faibles permettant d'absorber l'énergie) ;
- la retenue, terme générique employé pour désigner les organes de sécurisation internes et externes pour les usagers (exemple : dispositifs de pré-tension pour les ceintures de sécurité, air bag, sur pare-brise pour piéton, etc...) ;
- l'énergie employée (thermique, hybride et électrique).

Les risques présentés ici sont pour la plupart communs à tous les types de véhicules thermiques, et pour certains spécifiques aux véhicules électriques ou hybrides.

Certains de ces risques identifiés seront amplifiés selon que nous serons en milieu confiné ou non.

3.1 – Risques toxiques (dégagement gazeux, écoulement de liquides, etc.)

3.1.1 Déversement d'électrolyte dû à une rupture d'enveloppe de batterie de traction :

Les batteries de traction ainsi que leur compartiment ou caisson, sont conçus pour limiter les bris et les déversements d'électrolyte. Les technologies de batteries de traction employées généralement sont dites sèches ou à électrolyte gélifié (batterie lithium métal polymère notamment). Le risque de déversement est donc très faible.

Concernant les véhicules utilisant une technologie lithium-ion, de l'électrolyte inflammable composée de « solution de carbonate d'ester avec lithium salé » est susceptible d'être déversé si le pack de la batterie de traction subit des dommages.

Il faudra malgré tout se montrer vigilant face au gaz ou fumées qui proviendraient des batteries de traction endommagées par un accident.

3.1.2 Batteries de traction soumises à incendie

Des tests comparatifs entre véhicules thermiques et véhicules électriques montrent que les risques sont globalement équivalents en matière de toxicité des fumées d'incendie.

D'après le dernier rapport INERIS (Synthèse de modélisations préliminaires de l'impact d'un feu de véhicule électrique en parking souterrain, Rapport INERIS du 13/10/2011), la combustion d'un véhicule thermique léger génère des gaz de combustion dits classiques (en particulier du dioxyde et du monoxyde de carbone) et des

gaz toxiques (comme par exemple du cyanure d'hydrogène, du chlorure d'hydrogène ou du dioxyde de soufre) liés à la présence de plastiques parmi les composants.

Dans un incendie de véhicule électrique, la combustion de la batterie de traction génère des gaz toxiques qui s'ajoutent aux gaz de combustion et aux autres composés toxiques qui sont usuellement produits par le véhicule qui brûle. Plusieurs séries de tests (modules de batterie seuls, batterie complète et véhicule entier) ont été menées et des dégagements significatifs de gaz ont été observés.

La toxicité de ces gaz s'est révélée intrinsèquement plus importante que celle du dioxyde et du monoxyde de carbone. Cependant, lors des essais d'incendie sur un véhicule électrique entier, il a été constaté que les concentrations dangereuses associées à ces gaz spécifiques, apparaissaient plus tardivement dans la cinétique de l'incendie. En effet, les gaz toxiques issus de la combustion générale du véhicule atteignent des niveaux susceptibles d'être létaux (sans protection) bien avant que la batterie ne soit impactée par l'incendie.

3.1.3 Cas particulier des super-condensateurs (ou ultra-capacités)

Certains véhicules de type « stop and start », sont équipés de super-condensateurs, destinés à assurer le re-démarrage du véhicule, lors d'arrêts fréquents (en ville par exemple).

Ces super-condensateurs peuvent contenir des matières dangereuses (acétonitrile par exemple). En leur présence, il conviendra donc de s'assurer et de conserver leur intégrité. Leur localisation pourra être facilitée avec les fiches d'aide à la décision ou à la désincarcération (FAD) – voir paragraphe 4.2

3.2 – Risques électriques (électrification, électrocution)

En termes de risques électriques, il faut considérer deux cas :

- au moment de la charge. Le véhicule est raccordé au réseau de distribution publique en régime alternatif à une tension de 230 volts (ou 400 volts) suivant un branchement monophasé ou triphasé,
- en traction ou en stationnement. Le véhicule est alimenté sur sa seule source d'énergie, à savoir sa batterie de traction.

3.2.1 - Véhicule en charge, connecté au réseau de distribution publique

Le véhicule est branché à une borne alimentée par le réseau de distribution publique en monophasé 230 volts (en triphasé 400 volts, le problème est identique mais la tension est plus élevée).

Le véhicule est relié par un câble souple entre une borne de distribution publique et un connecteur fixé sur le véhicule.

Dans le cas d'un défaut du système, les dispositifs de disjonction protègent les occupants (et les intervenants) du risque électrique.

3.2.2 - Véhicule non en charge et alimenté sur sa batterie de traction :

Dans ce cas, le véhicule n'est pas connecté à une borne d'alimentation. Le risque électrique est essentiellement lié à la présence de la batterie de traction. Pour subir un choc électrique, il faut que l'individu soit connecté simultanément aux deux pôles de la batterie de traction soit par contact direct sur le bus d'alimentation, soit par l'intermédiaire de pièces métalliques accidentellement mises sous tension.

Le véhicule reste isolé du sol par les bandes de roulement en caoutchouc des pneus. Aussi, en cas de destruction de ses pneumatiques, on peut considérer l'éventualité d'un retour d'une des polarités par la terre au travers de la carcasse métallique. Un seul point de contact peut, dans ce cas, être suffisant pour provoquer un choc.

Les informations fournies par les constructeurs automobiles indiquent qu'en cas de contact entre les deux polarités de la batterie de traction, la batterie se met court-circuit et le circuit « haute tension » du véhicule se coupe.

L'éventualité pour que les deux bornes ne puissent jamais entrer en contact est très faible durant un incendie. En effet, la chaleur aura pour effet de détruire les isolants en matériau plastique des câbles électriques et provoquera un contact entre eux. Ce court-circuit déclenchera l'arrêt de l'alimentation délivrée par la batterie de traction, hypothèse quasi incontournable dans le cas d'un incendie généralisé.

Si le risque électrique est à redouter, c'est dans les premiers instants de l'incendie. Toutefois, à ce moment-là, le fait de toucher les deux bornes en même temps par un intervenant est rendu difficile par les aménagements intérieurs qui l'en empêchent.

Le risque électrique peut être également envisagé lors de la dislocation de la carcasse métallique lors des opérations de désincarcération.

3.3 – Risques mécaniques (projection d'éléments métalliques liquides ou solides, etc.)

En cas d'incendie, il convient de prendre garde au risque de brûlure résultant de la projection possible de particules de métaux particulièrement réactifs avec l'oxygène et l'eau.

Ces particules résultent de la technologie utilisée, et plus précisément de la combustion de sodium, de lithium ou d'aluminium, lorsque le foyer affecte le caisson des batteries de traction. Ces projections peuvent atteindre plusieurs mètres (les expérimentations réalisées à ce jour, sur des véhicules entiers montrent des projections atteignant 5 mètres).

3.4 – Risques thermiques (risques de brûlure)

Le risque principal est le même que pour tout feu de véhicule ; cependant dans le cas de véhicules électrique ou hybrides, le risque de brûlure résultant de phénomènes purement électriques ne doit pas être écarté.

Dans certains cas, l'incendie de la batterie peut également générer des projections sur de faibles distances (voir les « Risques mécaniques » supra) soit du fait d'un dégazage (dans le cas d'électrolytes liquides), soit du fait de projections de particules solides qui se liquéfient sous l'effet de la chaleur.

IV - Interventions sur les véhicules électriques ou hybrides

Pour toutes interventions, la marche générale des opérations (MGO) s'applique.

Ainsi, les opérations de

- Reconnaissance,
- Sauvetages,
- Etablissements,
- Attaque,
- Protection,
- Déblai,
- Surveillance,

restent pertinentes, en particulier pour les opérations liées à l'incendie, mais se déclineront de manière différente suivant le type de véhicule, d'interventions et selon des actes ou actions élémentaires, pour ce qui concerne le secours routier.

Ces actes ou actions élémentaires déclinés ci-après, sont des points à aborder ou ignorer, ceci en fonction du type d'intervention ou du véhicule impliqué. Il s'agira alors de suivre la chronologie en passant à l'acte ou action élémentaire suivant(e), certaines actions pouvant être réalisées parallèlement.

Deux exemples de tableaux résumant ces actes élémentaires sont livrés en fin de note (Annexes III et III bis). Ces sont des exemples et les actions décrites ci-dessous peuvent ne pas être présentées dans le même ordre.

4.1 - Intervention pour Incendie

4.1.1 - Tenues :

Le port de la tenue de feux complète, des EPI et de l'appareil respiratoire isolant (ARI) est primordial.

4.1.2 – Chronologie de l'intervention

Le responsable de l'intervention doit prendre le recul nécessaire pour identifier le risque principal à prendre en compte à chaque phase de l'intervention et ainsi adapter sa tactique.

La chronologie qui suit reprend les principales phases liées aux incendies de véhicules en y intégrant les particularités propres aux véhicules hybrides/électriques.

MGO	Acte ou action élémentaire	Objectifs
Reconnaissance ²	Identifier	Déterminer le type de véhicule (logo, motorisation ³ , questionner le propriétaire, etc.), le type de batterie (lecture du feu) et les risques liés (dégagement gazeux notamment). En cas de doute, les mesures de protection maximum seront déployées.
	Inspecter Isoler	Contrôler les équipements liés à la source d'énergie sans toucher le véhicule (câbles oranges sectionnés, batterie endommagée), détecter les fuites éventuelles, etc. Avant toute intervention et pour les véhicules en charge, supprimer l'alimentation.
	Interdire	- Interdire la progression des intervenants dans l'axe longitudinal avant / arrières, en privilégiant une attaque par le ¾ avant. - Jeter un premier embryon de périmètre de sécurité et interdire l'accès du public à proximité du sinistre (concours des forces de police). Ce dernier sera établi en tenant compte des risques constatés, des caractéristiques du vent et de la configuration des lieux. Il devra être d'au moins 50 mètres. - Le commandant des opérations de secours veillera à prendre en compte les risques d'explosion dans ce périmètre (interdiction des téléphones portables, lampes de poches, appareils radio notamment). - Interdire toutes actions, manipulations ou déplacements des câbles orange (paragraphe 2.4), sauf en cas de nécessité absolue. Dans ce cas précis, les EPI dédiés seront revêtus - voir paragraphe 4.2.1
Sauvetage	/	Pendant les opérations de sauvetage, rester attentif aux signes avant-coureurs de l'éclosion d'un incendie, en particulier de l'emballement thermique de la batterie de traction (déformation importante du pack batterie, dégagement de fumée par les interstices ou par évent, crépitements).

² Les opérations de reconnaissances décrites ne se substituent pas aux recherches de victimes éventuelles, éjectées ou à bord du véhicule. Elles sont complémentaires.

³ Un arrêté relatif aux modalités d'immatriculation des véhicules permettant d'identifier carburant et le type de propulsion a été publié le 21 avril 2012 au JO par le ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement. Il sera ainsi plus aisé au service de police de renseigner les secours.

Etablissement / Attaque	Intervenir	<p>Une intervention rapide et précoce permet d'éviter, dans bien des cas, le risque d'emballement thermique et / ou de rupture de l'enveloppe des batteries de traction et ainsi limite les risques environnementaux et d'extension du sinistre.</p> <p>Dans le cas où l'emballement thermique (la batterie de traction prend feu) est constaté, la quantité d'agent extincteur sera supérieure à celle utilisée pour l'extinction d'un véhicule thermique <u>et</u> essentiellement destinée à la protection des biens environnants.</p> <p>Dans la mesure où l'énergie du véhicule n'est pas connue, l'attaque à privilégier se fera selon un axe $\frac{3}{4}$ avant, si la configuration des lieux le permet.</p> <p>Dans les premiers temps de l'attaque, les intervenants protégés et placés à 10 mètres du véhicule s'assureront des effets dus à l'action de l'agent extincteur. En l'absence de réaction violente (projections de métal en fusion, flashes, ou persistance des flammes, par exemple) et si l'agent extincteur est efficace, les intervenants poursuivront leur action.</p> <p>Au cours des essais conduits jusqu'à présent sur des feux de véhicules électriques ou hybrides, l'eau s'est révélée être un agent extincteur efficace par sa capacité à enrayer l'incendie et surtout par sa capacité à limiter l'impact de la chaleur radiante sur la batterie de traction (refroidissement).</p> <p>Dans les cas où les batteries de traction sont atteintes, et pour les technologies utilisant le LMP ou le sodium, l'emploi de l'eau peut dans certain cas s'avérer faiblement efficace pour les opérations d'extinction. Il s'avère alors nécessaire de concentrer les efforts sur le refroidissement de l'ensemble et sur la protection de l'environnement.</p> <p>Le retour d'expérience montre que la combustion des batteries de traction dure plusieurs dizaines de minutes (30mn en moyenne au cours des tests jusqu'à présent).</p> <p>La présence de dispositifs thermo fusibles, ou d'évents, mis en place par certains constructeur automobiles permettent d'utiliser une lance afin d'accéder au cœur du pack et de noyer les accumulateurs. Il faudra privilégier un noyage à faible pression pour éviter les risques de projections induits.</p> <p>La position de l'évent pourra être déterminée par la lecture du feu (flammes caractéristiques en sortie).</p> <p>En utilisant de l'eau, et dans le cas de batteries Ni-MH (nickel métal hydrure) ou Lithium-ion, une réaction anarchique associée à des dégagements de chaleur et gazeux peuvent survenir si les batteries de traction sont endommagées par l'incendie ou l'accident.</p>
Protection		<p>Les opérations liées à la protection doivent être conduites le plus rapidement possible ; ses diverses phases se déroulent parallèlement à celle de l'extinction.</p> <p>Les intervenants prendront les mesures nécessaires et adaptées à la protection des biens et de l'environnement immédiat (mesures et prélèvements, ventilation en atmosphère confinée, etc.)</p> <p>Parallèlement, le périmètre de sécurité pourra s'en trouver modifié pour assurer la protection de la population en fonction des risques toxicologiques constatés.</p>

Déblai		Le port des ARI sera maintenu, y compris lors des phases de déblais et jusqu'au retour à la normale.
Surveillance		Si la batterie de traction a été endommagée ou a subi un choc, il existe un risque de feu de batterie de traction ou d'accumulateurs tardif. La phase de surveillance cesse dès lors que l'on constate que les actions visant à refroidir le véhicule et la batterie de traction sont efficaces.

Pour la prise en charge des véhicules (voir annexe IV – paragraphe « Remorquage des véhicules électriques ou hybrides »), la réglementation en vigueur et concernant les agents d'intervention et dépanneurs, dépend du ministère en charge des transports et est déclinée dans deux normes⁴.

4.2 Intervention pour accident de circulation - désincarcération

Dans certaines interventions, il est nécessaire de conduire des opérations dites de désincarcération. Il faudra, dans la mesure du possible, éviter les actions mécaniques sur les passages de câbles et les faisceaux électriques. Les fiches d'aide à la décision ou à la désincarcération (FAD) peuvent permettre de localiser ces zones. Ces fiches sont disponibles sur le site du ministère de l'Intérieur (http://www.interieur.gouv.fr/sections/a_1_interieur/defense_et_securite_civiles/sapeurs-pompiers/doctrines-techniques-prof/desincarceration/desincar-presentation/view).

4.2.1 - Tenues :

Le port des EPI est primordial.

A ce titre et dans le cadre de la protection électrique, si des gants isolants doivent être utilisés, ils répondront à la norme NF-EN 60-903.

Par ailleurs et dans le cadre des opérations de découpe du pare-brise, le port d'un masque type FFP1 ou FFP2 pour les intervenants et les impliqués, peut éviter l'inhalation de poussières de silice et / ou de particules de verre.

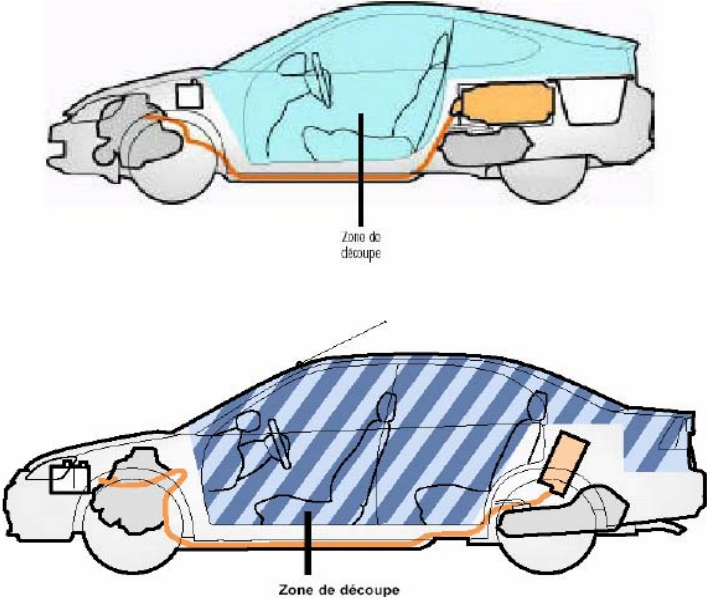
4.2.2 – Chronologie de l'intervention

La chronologie, qui est proposée, reprend les principales phases liées aux interventions de désincarcération en y intégrant les particularités propres aux véhicules hybrides/électriques mais également la nécessaire connaissance des zones de découpe possibles, préalablement à toutes actions sur les structures.

Acte ou action élémentaire	Objectifs
Sécurisation du site	Protection du site pour éviter le sur-accident, pré-signalisation et balisage de la zone d'intervention. Protection incendie : rester attentif aux signes avant-coureurs d'éclosion d'un incendie. Protection des intervenants : ports des EPI, neutralisation des dispositifs pyrotechniques et opérations de coupure d'énergie. Zonage : périmètre de sécurité, dépôt matériel.

⁴ Les activités de dépannage et de remorquage en France sont régies par une norme française (NF X50-840) qui présente le descriptif détaillé des activités de service du dépanneur-remorqueur. Cette norme définit dans ses annexes, les indications sur les situations justifiant une évacuation du véhicule et en particulier les règles de sécurité.

Cette norme est complétée par une autre norme (NF X50-841) qui décrit les pièces, les fournitures et surtout les équipements et outillage à embarquer par le dépanneur-remorqueur. Elle donne, enfin, des indications sur le personnel et sa qualification.

Secours à victime	<p>Prise en charge de la victime (secouriste, médicale, psychologique).</p> <p>Protection de la victime des projections dues aux opérations de désincarcération et des risques liés aux véhicules décarbonés.</p>
Sécurisation du véhicule	<p>Identifier : Déterminer le type de véhicule (logo, motorisation³, questionner le propriétaire, etc.) et les risques liés.</p> <p>Inspecter : Contrôler les équipements liés à la source d'énergie sans toucher le véhicule, (câbles orange sectionnés, batterie endommagée), détecter les fuites éventuelles, etc.</p> <p>Interdire :</p> <ul style="list-style-type: none"> - de sectionner ou comprimer les câbles orange - de manipuler ou déplacer les câbles orange. En cas de nécessité absolue, les EPI nécessaires devront être utilisés. <p>Le commandant des opérations de secours veillera à prendre en compte les risques d'explosion dans la zone de travail (téléphone portable, lampes de poches, appareils radio notamment).</p> <p>Immobiliser On procédera à la mise à l'arrêt moteur (par la clé de contact) et au calage du véhicule.</p> <p>Dans le cas d'un véhicule doté d'une carte magnétique (type RFID⁵), cette carte devra être éloignée du véhicule après neutralisation de ce dernier.</p> <p>Au regard de la masse des batteries de traction utilisées pour les véhicules électriques, les règles d'équilibre des véhicules classiques peuvent être considérablement modifiées (véhicule sur le toit par exemple). Le commandant des opérations de secours s'assurera donc de disposer des moyens suffisants pour caler le véhicule, ou la partie découpée avant toutes opérations de désincarcération (exemple : le pack batterie de la Fluenze Z.E. a une masse de 295 kg et est situé dans le coffre arrière).</p> <p>Isoler :</p> <p>Les câbles haute tension cheminent généralement sous le véhicule et relient les différents organes qui sont à l'avant et, parfois, dans le coffre arrière.</p> <div style="text-align: center;">  </div>

⁵ Radio frequency Identification.

La source d'énergie de traction sera neutralisée par la coupure du contact, la neutralisation de la batterie 12V (ou 24 V) et le retrait du *Plug Service* lorsque cela est possible ou à défaut de l'ensemble des fusibles.

Le retrait du *Plug Service* est un préalable systématique lorsque la désincarcération des victimes exigent des coupes dans des zones à risques électriques où lorsque des câbles oranges sont exposés ou endommagés. C'est un moyen additionnel qui permet de garantir visuellement et physiquement la séparation électrique entre la batterie de traction et le reste.

Par ailleurs, son retrait ne garanti pas l'isolation électrique de la batterie de servitude.

Les actions mécaniques sur les passages de câbles et les faisceaux électriques, sont à proscrire. Si l'intervention nécessite une découpe, il s'agira de repérer l'emplacement de tout câble de haute tension pour éviter un court-circuit qui produirait des étincelles ou surchaufferait des câbles d'alimentation électrique.

Les Fiches d'Aide à la Décision ou à la désincarcération (FAD) peuvent permettre de localiser ces zones. Ces fiches sont disponibles sur le site du ministère de l'Intérieur (http://www.interieur.gouv.fr/sections/a_1_interieur/defense_et_securite_civiles/sapeurs-pompiers/doctrines-techniques-prof/desincarceration/desincar-presentation/view).

Sécurisation des techniques de désincarcération

Citroën C-ZERO

	Energie exclusive	Stop & start	Hybride électrique
Diesel			
Essence			
Électrique	X		

Peugeot 5008

	Energie exclusive	Stop & start	Hybride électrique
Diesel	X		
Essence	X		
Électrique			X

Légende

- Zone désincarcération
- Zone dangereuse
- Zone haute tension - spécifique (lié à une seule énergie ou batterie en haut de page pour attribution des couleurs)
- Cartouches pyrotechniques
- Airbag
- Réservoir de carburant
- Batterie Basse Tension alimentant la pyrotechnie
- Batterie Basse Tension servitude
- Batterie Haute Tension
- Circuit Haute Tension
- Service Plug (coupsur circuit Haute Tension)
- Batterie Haute Tension

Il est à noter, toutefois, que l'ensemble du parc automobile (international) n'y est pour le moment pas totalement répertorié.

A défaut d'utilisation des FAD, un dégarnissage permettra de déterminer l'emplacement exact des faisceaux électriques, câbles orange, systèmes pyrotechniques, pré-tensionneurs de ceintures et renforts...

En tout état de cause, toute action de désincarcération devra être réalisée dans des zones exemptes de risques (câbles orange, pré-tensionneurs, airbags...)

Dans la mesure du possible, on respectera des distances de sécurité à l'intérieur du véhicule, vis-à-vis des risques de déclenchement d'un airbag. (On assurera la mise en place des dispositifs de protection airbags)

Sortie de la victime

Césariser afin de faciliter l'extraction de la victime.
Procéder au dégagement de la victime.

4.3 Immersion des véhicules électriques ou hybrides

4.3.1 – Tenues et mesures de sécurité :

Dans le cadre d'une intervention impliquant des plongeurs, le commandant des opérations de secours, conseillé par un chef d'unité ou un conseiller technique, s'appuiera sur les recommandations du guide national de référence traitant des interventions en milieu aquatique et hyperbare. (Plongée en milieu pollué)

4.3.2 – Chronologie de l'intervention

Les interventions sur ce type de mission s'entendent pour porter assistance et secours aux personnes.

Dans le cas d'un véhicule électrique ou hybride se situant entièrement ou partiellement dans l'eau, les risques d'électrocution sont identiques aux véhicules à carburation classiques.

L'approche du véhicule, l'extraction de la victime peuvent s'effectuer sans risque particulier. Le retrait ou le renflouement du véhicule hors de son lieu d'immersion est laissé aux personnels et / ou entreprises compétentes.

En cas de participation des sapeurs pompiers à ces opérations, en fonction de la nature et de la dégradation apparente des véhicules, il est toutefois recommandé la plus grande vigilance aux intervenants au moment où ils pourraient être amenés à manœuvrer ou déconnecter un conducteur électrique durant leurs actions.

Étant donné que le pôle positif d'une batterie à comme référence son pôle négatif, le seul danger réside dans le fait de relier ses deux pôles.

A retenir :

- Les risques sont liés à l'instabilité du véhicule (nécessité d'amarrage à un point fixe), les fuites d'hydrocarbures ou véhicules transportant des matières dangereuses (suivre le GNR RCH), aux tranchant des parties métalliques abîmées ;
- Durant les opérations de dégagement de véhicule, il faut faire sortir les plongeurs et ne laisser personne dans l'axe de traction.

4.4 Rupture d'enveloppe d'une batterie de traction

Dans le cas de fuite d'électrolyte liquide émanant d'une batterie de traction, il conviendra de traiter cet écoulement comme un épandage classique de produit dangereux, selon les techniques d'intervention et avec les moyens prévus dans pareil cas, tout en gardant à l'esprit qu'un risque d'emballement thermique n'est pas à exclure (paragraphe 4.1.2, « Opérations de surveillance »).

1 – Définition :

Véhicule routier électrique

Un véhicule routier (entièrement) électrique est un véhicule, indépendant de l'infrastructure, dont la propulsion est assurée par un moteur fonctionnant exclusivement à l'énergie électrique, convertie en énergie mécanique à des fins de traction (cf. EN 13447).

Véhicule hybride électrique (HEV)

L'Organisation Internationale de Normalisation définit un véhicule hybride électrique (HEV) comme étant "un véhicule équipé d'au moins un RESS (voir ci-après) et d'une source d'énergie alimentée au carburant pour la propulsion du véhicule" (ISO 6469-1:2009).

Véhicule électrique totalement hybride

Un véhicule hybride dans lequel le moteur électrique est capable non seulement d'assister le moteur à combustion interne mais également de propulser le véhicule sans l'aide du moteur à combustion interne fonctionne en mode "zéro émission". L'autonomie en mode "zéro émission" d'un véhicule entièrement hybride pourrait être de plusieurs kilomètres (véhicules hybrides rechargeables, PHEV) ou de quelques kilomètres.

Véhicule hybride électrique rechargeable

Un véhicule hybride rechargeable (PHEV) est un véhicule hybride équipé d'un important châssis de batterie haute-capacité qui peut être rechargé sur secteur domestique ou en utilisant les fonctionnalités de charge à bord des hybrides classiques. Si les électriques hybrides classiques requièrent une combinaison de freinage par récupération et d'énergie moteur pour recharger le RESS et propulser le véhicule, les véhicules rechargeables peuvent fonctionner soit comme des véhicules électriques avec un générateur auxiliaire à moteur à combustion interne (véhicule électrique à autonomie augmentée, E-REV), soit comme des véhicules totalement hybrides dotés d'un châssis de batterie haute-capacité.

Système de stockage d'énergie rechargeable (RESS)

Un système de stockage d'énergie rechargeable (RESS) est le dispositif de stockage d'énergie complet, comprenant un moyen de stockage d'énergie (par ex. volant d'inertie, condensateur, batterie, etc.), les composants pour monter, contrôler, gérer et protéger le moyen de stockage, y compris tous les composants nécessaires à son fonctionnement normal à l'exception de tous les liquides de refroidissement et équipements de refroidissement situés hors du/des logement(s) du RESS.

Le RESS est un système conçu pour récupérer l'énergie cinétique dissipée par la voiture au moment de la décélération ou du freinage, stocker cette énergie et la rendre disponible pour propulser la voiture. Le RESS peut être rechargé à partir du moteur à combustion interne, ou, pour les hybrides rechargeables et les véhicules entièrement électriques, directement à partir du réseau électrique.

Volant d'inertie

Un volant d'inertie est un système mécanique ou électromécanique capable de stocker et de libérer de l'énergie au moyen d'un système de masse rotative tel que le rotor d'un moteur/générateur électrique.

Condensateur

Un condensateur (condensateur électrolytique, condensateur électrique double couche (EDLC) appelé "Super Condensateur" ou "Ultra Condensateur") est un dispositif servant à stocker de l'énergie électrique dans le champ électrique ou, dans le cas de l'EDLC, un système dans lequel est stockée une charge électrique permettant l'adsorption et la désorption des ions dans un électrolyte vers les électrodes.

Batterie de traction

La batterie de traction est un RESS, elle fournit de l'énergie électrique au circuit électrique et donc au(x) moteur(s) de traction et éventuellement au circuit auxiliaire. La batterie de traction est définie comme un équipement utilisé pour le stockage intermédiaire de l'énergie électrique fournie par la conversion de l'énergie cinétique, par un générateur ou par l'unité de charge (pour les hybrides rechargeables). Toute batterie embarquée connectée électriquement au circuit électrique est considérée comme faisant partie intégrante de la batterie de traction du véhicule. La batterie de traction est composée de plusieurs éléments de batterie connectés électriquement et regroupés en modules de batterie.

Châssis de batterie

Un châssis de batterie est un assemblage mécanique unique logé en option dans un compartiment de batterie, comprenant des modules de batterie, des cadres ou plateaux de fixation, des fusibles et contacteurs ainsi qu'un système de gestion des batteries.

Le RESS peut comprendre plusieurs châssis de batterie reliés entre eux à l'aide de connecteurs / câbles dûment protégés entre les châssis.

Module de batterie

Un module de batterie est un module individuel contenant un élément ou un jeu d'éléments liés électriquement et assemblés mécaniquement.

Un module de batterie est également désigné sous le nom de "chaîne de batteries" ou "chaîne d'éléments".

Le(s) châssis de batterie peut (vent) comprendre plusieurs modules de batterie reliés entre eux pour obtenir une tension ou un courant plus élevé(e). Ces connexions se trouvent à l'intérieur du châssis de batterie.

Élément de batterie

Un élément de batterie est un dispositif de stockage de l'énergie électrochimique dont la tension nominale est celle du couple électrochimique, composé d'électrodes positives et négatives, et d'un électrolyte.

Capacité énergétique de la batterie de traction

La capacité C1 est la capacité de la batterie mesurée en Ah à la température de fonctionnement normale de la batterie et pour une décharge totale de la batterie d'un maximum d'1 heure. L'énergie embarquée est calculée comme étant le résultat du produit de la tension nominale de la batterie de traction du véhicule exprimée en volts par la capacité C1 en Ah. La capacité énergétique doit être exprimée en KW/h.

Système de gestion des batteries

Le système de gestion des batteries (BMS), intégré au RESS, est un important système de sécurité. Il comprend un circuit de surveillance et, en option, un circuit à équilibrage de charge pour maintenir tous les éléments à tout moment et dans toutes conditions de charge ou de décharge dans la fourchette de tension spécifiée par le fabricant de batteries.

Choc électrique

Effet physiologique résultant du passage d'un courant électrique à travers le corps humain (cf. ISO/DIS 6469-3.2:2010).

Tension de service maximale

Valeur maximale de tension AC en racine carrée moyenne (rms) ou de tension DC qui peut se produire dans un système électrique dans des conditions normales de fonctionnement selon les spécifications du fabricant, indépendamment des surtensions éphémères (cf. ISO 6469-1:2009).

Classe de tension B

Classification d'un composant ou d'un circuit électrique dans la classe de tension B, si sa tension de service maximale est $> 30 \text{ V AC}$ et $\leq 1000 \text{ V AC}$, ou $> 60 \text{ V DC}$ et $\leq 1500 \text{ V DC}$, respectivement (cf. ISO 6469-1:2009). Ce qu'on l'on désignera sous haute tension dans le présent document est un courant de classe B.

LISTE DES ABREVIATIONS

- AC : Terme anglais (alternate current) pour courant alternatif (CA)
- CA : Courant Alternatif
- CC : Courant continu
- DC : Terme anglais (direct current) pour courant continu (CC)
- NiCd : Nickel Cadmium
- NiMh : Nickel métal hydrure
- LMP : Lithium metal Polymère
- Li-ion: Lithium-ion
- Pb : Plomb acide
- VÉ : Véhicule électrique
- VÉH : Véhicule électrique hybride

Exemple de Tableau d'Aide pour le Secours Routier / Fuite de Produit

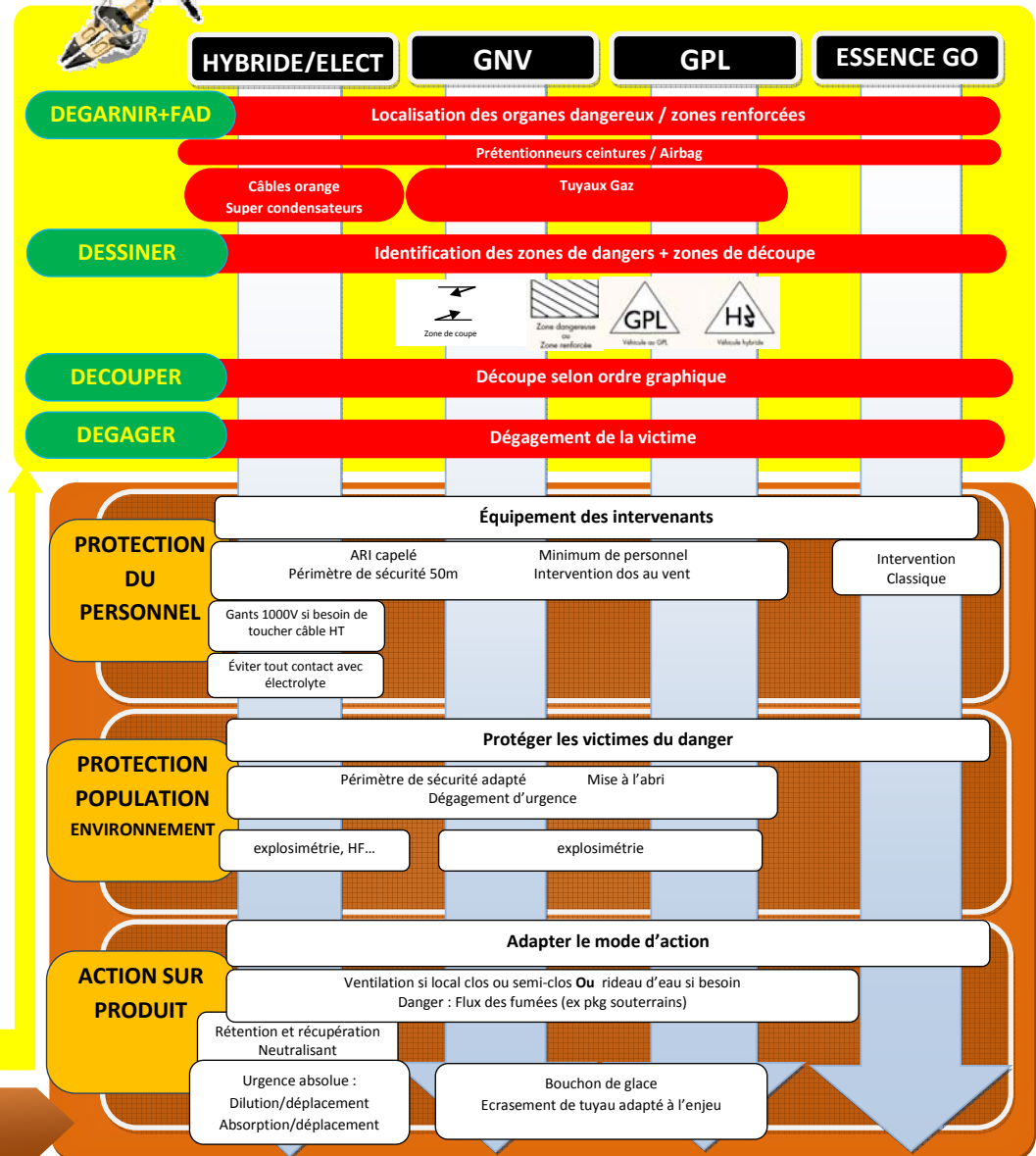
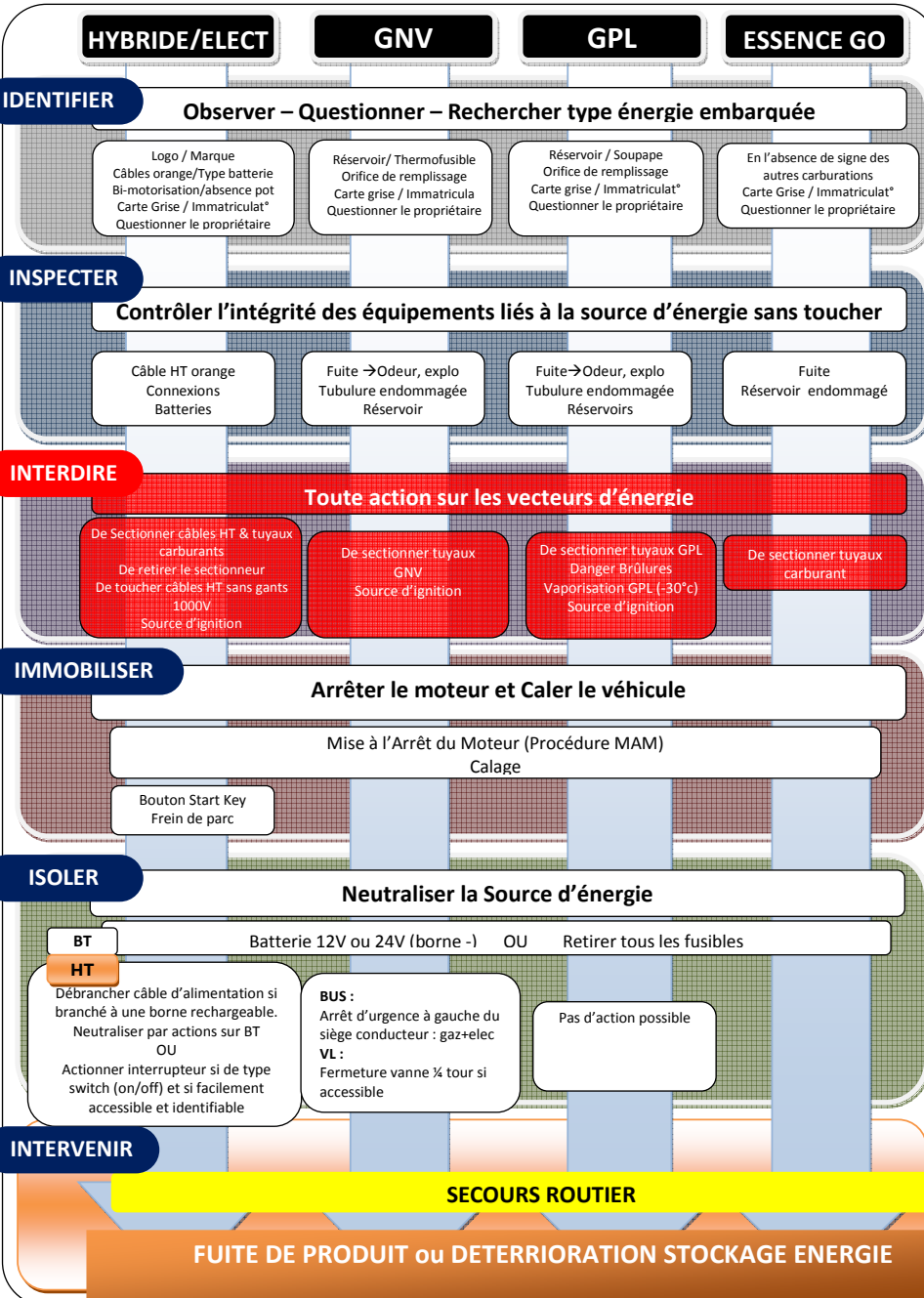
ANNEXE III





En cas d'immersion totale d'un véhicule hybride, suivre la règle des **6i** après avoir sorti le véhicule de l'eau.

Pour les véhicules hybrides/électriques, malgré le respect des consignes mentionnées ci-dessus, le risque d'émission de produit toxique ou d'arc électrique ne peut être écarté à 100%. Par conséquent, prendre toujours le maximum de précaution.

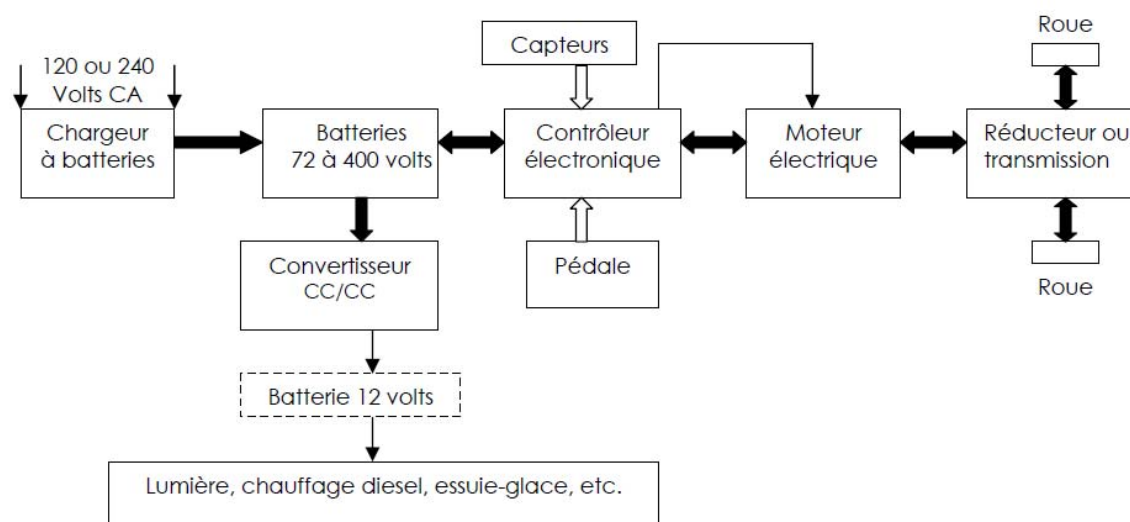
En cas de contact avec l'électrolyte, rincer à grande eau et retirer immédiatement les vêtements.



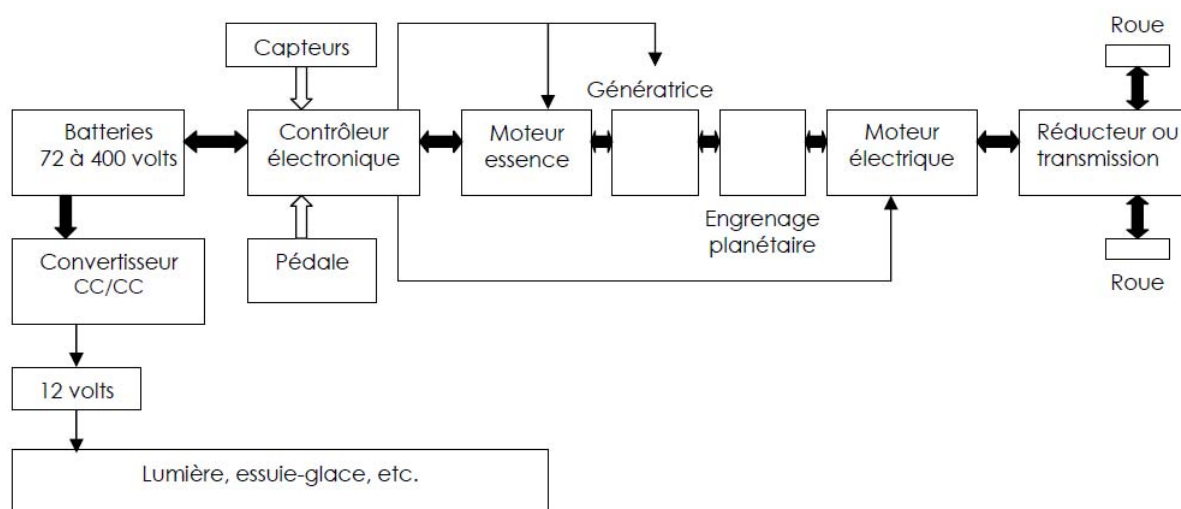
	HYBRIDE/ELECT	GNV	GPL	ESSENCE GO
IDENTIFIER	Observer – Questionner – Rechercher type énergie embarquée			
	Logo / Marque/ Câbles orange Bi-motorisation Carte Grise / Immatriculat* Lecture du feu Questionner le propriétaire	Réservoir/ Thermofusible Orifice de remplissage Carte grise / Immatricula Questionner le propriétaire	Réservoir / Soupape Orifice de remplissage Carte grise / Immatriculat* Questionner le propriétaire	En l'absence de signe des autres carburations Carte Grise / Immatriculat* Questionner le propriétaire
INSPECTER	Contrôler l'intégrité des équipements liés à la source d'énergie sans toucher			
	Câble HT orange Connexion Batteries		Fuite → Odeur, explo Tubulure endommagée Réservoirs	Fuite Réservoir endommagé
INTERDIRE	Action sur les vecteurs d'énergie			
	D'attaquer dans les axes avant et arrière			
	De retirer le sectionneur De toucher câbles HT sans gants 1000V	D'éteindre ou souffler la torçère	De bouger le véhicule (risque Bleve)	
ISOLER	DECONNECTER/DEBRANCHER SOURCE D'ALIMENTATION SI LE VEHICULE EST EN CHARGE/REMPLISSAGE			
INTERVENIR				

	HYBRIDE/ELECT	GNV	GPL	ESSENCE GO
PROTECTION DU PERSONNEL	EPI / Organisation opérationnelle			
	ZONES INTERDITES  <p>ARI + Tenue de feu complète Minimum de personnel Périmètre de sécurité 50m (10m véhicule Go/essence) Intervention dos au vent si possible/Utiliser écran protection (mur...)/ Progression contrôlée (vérifier absence réaction violente avec eau)</p> <p>Privilégier attaque du sinistre par le 3/4 avant</p> <p>Éviter contact avec eaux de ruissellement</p>			
PROTECTION POPULATION ENVIRONNEMENT	Protéger les victimes du danger			
	Périmètre de sécurité adapté (50m a priori) Mise à l'abri			
	Réseau de mesure (HF, HCN, H2...) Ventilation des locaux 			
	Endiguement Récupération eaux extinctions			
	Adapter le moyen d'extinction			
	FEU NAISSANT			
	Extincteur poudre Eviter eau sur compartiment batterie	1 LDV en Jet Diffusé d'Attaque (JDA)		
EXTINCTION	FEU GENERALISE			
	Environnement AVEC enjeu			
	LDV N°1 (Eau dopée)	Préparation du dispositif à distance et sous abri Jet plein à distance pour rabattre les flammes-test réactions violentes Tapis de mousse sous châssis (si besoin) Extinction habitacle par JDA		1 LDV en JDA
	LDV N°2 :	Refroidissement pack batterie / réservoir Gaz en JDA (Contrôle efficacité = caméra thermique)		
	Environnement SANS enjeu			
	Attaque avec une LDV (habitacle), puis fixer la LDV afin de refroidir le réservoir, repli du personnel			
	Si emballage thermique batterie = attaque jet bâton par événements (si présents)	Si emballage thermique batterie LMP = extinction impossible ; privilégier protection environnement	NE PAS SOUFFLER LA FLAMME.	

POUR ALLER PLUS LOIN

Schéma d'un véhicule électrique et fonctionnement

- Le véhicule est alimenté par des batteries qui sont elles mêmes rechargées par un chargeur ;
- L'énergie des batteries est envoyée vers un contrôleur électronique et un convertisseur CC/CC ;
- Du convertisseur CC/CC, l'énergie est transformée et envoyée vers une batterie 12V (si présente) ou directement à des organes de commandes secondaires ;
- Du contrôleur électronique, l'énergie est envoyée au moteur pour être convertie en mouvement qui transite via un réducteur (ou une transmission) vers les roues ;
- Le véhicule peut récupérer de l'énergie durant les phases de freinage : le moteur devient une génératrice qui transforme l'énergie dispensée par les freins en courant électrique et la renvoie aux batteries. Les utilisateurs du véhicule ont alors une sensation de compression motrice.

Schéma d'un véhicule hybride et fonctionnement

- Le véhicule hybride est alimenté par deux sources : un moteur thermique et une énergie annexe (électrique, ou autre) ;

- L'énergie des batteries est envoyée vers le contrôleur électronique et le convertisseur CC/CC ;
- Du contrôleur, l'énergie est envoyée au moteur électrique pour être convertie en mouvement grâce à un réducteur (ou une transmission) vers les roues ;
- Le moteur thermique peut jouer deux rôles simultanés : propulser le véhicule et / ou recharger les batteries par sa génératrice ;
- Le moteur thermique est lui aussi relié mécaniquement au réducteur (ou à la transmission) via un engrenage dit planétaire et au moteur électrique ;
- Le moteur thermique et sa génératrice sont également contrôlés par un contrôleur électronique qui leur indique quand ils doivent effectuer leur travail ;
- Le véhicule hybride récupère de l'énergie au freinage de la même manière que pour un véhicule tout électrique.

Batteries

Le choix d'une batterie se fait en fonction des critères suivants, par ordre d'importance :

- énergie, poids (Energie / massique) ;
- recharge (Nombre de cycles) ;
- entretien ;
- tension, encombrement (fonction de l'utilisation) ;
- recyclabilité.

Des plus anciennes au plus récentes sortes de batteries de traction que l'on peut trouver dans un véhicule électrique ou hybride, on notera les batteries dites :

- Plomb-acide, désignées par l'abréviation Pb ou PbO₂ (Volvo, 2 roues, chariots élévateurs, etc.) ;
- Nickel cadmium – Ni Cd – (2 roues, Citroën AX - Saxo, Ford) ;
- Nickel chlorure de sodium – Ni NaCl (Citroën Berlingo, Peugeot Partner) ;
- Nickel hydrure métal – Ni MH - (Honda Civic, Toyota Prius, Peugeot 3008 hybride) ;
- Sodium Soufre - Na S ;
- ZEBRA qui utilise le chlorure de Sodium-Nickel (Daimler-Chrysler) et qui fonctionne à 300 degrés Celsius ;
- Lithium-ion ou Li-Ion (Mitsubishi, Peugeot, PSA, Ford Focus, BMW Group, Toyota, Chevrolet Volt) avec un électrolyte liquide ;
- Lithium métal polymère (Bluecar et Bluebus) avec un électrolyte solide.

Chacune de ces batteries a des particularités de fonctionnement et de neutralisation propres.

Ce qu'il faut savoir, c'est que dans un véhicule électrique, plusieurs batteries sont mises en série pour former un banc complet de batteries. (Ex : douze batteries de 12 volts mises en série vont donner 144 volts CC, 12+12+12....=144V)

Concernant l'avenir et les futures générations de batteries, la recherche dans ce domaine est féconde. Ainsi, les batteries « zinc-air », « lithium-air », commencent à faire parler d'elles : pile rechargeable dotée d'une capacité de stockage supérieure à leurs consœurs actuelles, elles auraient un prix de revient inférieur et utiliseraient l'oxygène de l'atmosphère pour fonctionner. Ne nécessitant pas de matières volatiles pour leur fonctionnement, les différents concepteurs avancent qu'elles ne seront pas enclin à prendre feu à l'instar des batteries lithium-ion classiques.

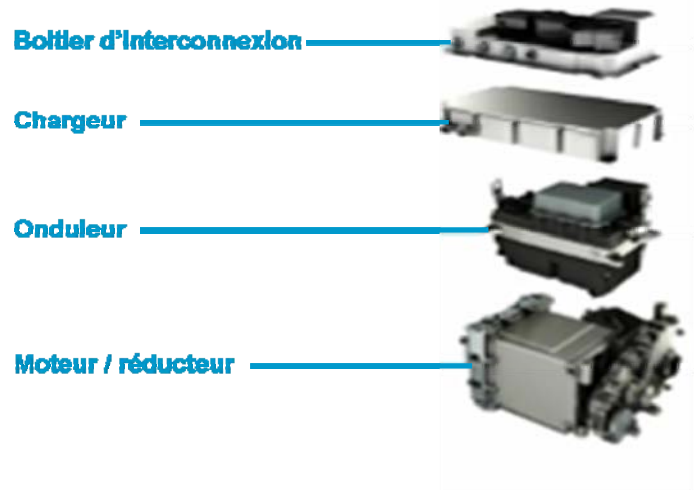
Des variantes sont en cours de développement enfin, avec notamment les piles à combustible.

Moteurs électriques

Entre la prise de courant, la batterie et le moteur, différents organes permettent de calculer, convertir et délivrer l'énergie dont l'automobile électrique a besoin. Ils constituent l'électronique de puissance.

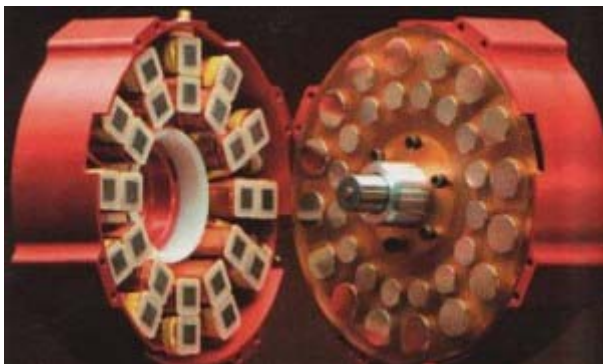
On trouve notamment :

- le chargeur qui adapte le courant apporté par la prise de branchement à la batterie électrique de traction ;
- l'onduleur qui convertit le courant électrique continu fourni par la batterie en courant alternatif dont le moteur de la voiture électrique a besoin ;
- le boîtier d'interconnexion qui distribue l'énergie à la bonne intensité, soit au moteur électrique, soit à la batterie, soit aux composants électroniques de la voiture électrique, en fonction de leurs besoins, et de la phase de roulage du véhicule électrique (charge, accélération, décélération) ;
- en enfin, le moteur électrique, avec son réducteur qui joue le rôle de la boîte de vitesse.



Les constructeurs imaginent des procédés visant à implanter les moteurs électriques au plus près des organes à vocation de motricité.

L'Active Wheel de Michelin intègre les moteurs de la voiture électrique dans les roues



Le moteur de Phoenix à flux axial offre 30% d'autonomie supplémentaire aux voitures électriques

Contrôleur électronique – véhicule électrique

Le contrôleur électronique est le cerveau du véhicule. Il sert à contrôler le ou les moteurs électriques d'après la position de l'accélérateur et l'état de certains capteurs.

Il y a deux types de contrôleurs électroniques :

- le contrôleur de type CC – courant continu (DC en anglais), similaire à celui que l'on retrouve dans les chariots élévateurs,
- le contrôleur électronique de type CA – courant alternatif, (AC en anglais) qui est employé dans les usines qui utilisent des moteurs électriques.

Contrôleur électronique – véhicule hybride

Similaire au contrôleur pour véhicule électrique, le contrôleur électronique pour les véhicules hybrides a des fonctions supplémentaires pour contrôler le moteur thermique et sa génératrice. C'est lui qui détermine quand faire travailler le moteur électrique, le moteur thermique ou la génératrice.

Le côté intéressant des hybrides c'est qu'ils peuvent faire fonctionner en même temps les trois organes : moteur électrique - moteur thermique – génératrice, et prendre leurs meilleurs rendements au moment opportun.

Convertisseur CC/CC

Il transforme la haute tension (voltage) des batteries en 12 volts pour les accessoires tels que la radio, les lumières et l'essuie-glace.

Chargeur à batteries

Pendant la charge, la batterie se comporte comme un récepteur de courant. Cette phase de fonctionnement obéit à des valeurs limites à ne jamais dépasser pour :

- la tension ;
- l'intensité ;
- le temps ;
- la température ;
- le dégagement gazeux.

Pour répondre à ces besoins, il existe pour chaque type de batterie un chargeur adapté. En règle générale, il se trouve à bord du véhicule sauf dans le cas de gros véhicules comme des autobus où il peut être stationnaire à l'endroit où le véhicule se gare.

Suivant le véhicule, on alimente le chargeur avec du 220V – 15A (alimentation secteur) ou 380V – 20A et plus (alimentation triphasée). L'énergie provenant de la borne de recharge est ensuite transformée par le chargeur en courant continu d'après un profil programmé, via un micro processeur. Des capteurs de température vérifient les batteries pour éviter toute surchauffe qui pourrait causer un incendie et assurent une coupure automatique en fin de charge.

Remorquage des véhicules électriques ou hybrides


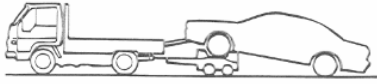
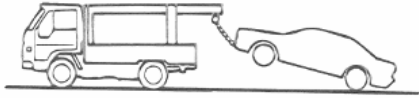
Pour tout remorquage, il est recommandé d'utiliser un camion de type plate-forme. Les organes de propulsions électriques sont par conception toujours reliés aux roues.

Si le véhicule est traîné sur ses roues à une vitesse supérieure à celle que le véhicule peut accepter, ceci détruirait de façon permanente le moteur électrique, voire provoquer un incendie. Celui-ci serait dû à un court-circuit via les roues AR au sol et l'électricité du moteur électrique.

Si le véhicule est chargé sur le camion, il convient de le manipuler avec précaution pour ne pas provoquer de dommage supplémentaire.

Cas du remorquage par une corde :

S'il n'y a pas d'autre alternative que de remorquer le véhicule avec une corde, la vitesse ne doit pas excéder 30 Km/h et la distance à parcourir doit resté limitée. Le levier de sélection sera mis en position "N (Neutre)".

	Méthode de transport	Remarques
Oui	<p>Soulever les 4 roues</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Transporter le véhicule avec le levier de sélection sur la position "P (Parking)" et le frein à main serré.
Non	<p>Ne pas soulever les roues AV ou AR</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Transporter le véhicule avec les roues AR au sol risque de provoquer un incendie. Celui-ci serait dû à un court-circuit via les roues AR au sol et l'électricité du moteur électrique. • Ne pas transporter le véhicule avec les roues AR au sol car cette méthode de transport est instable.
Non	<p>Ne pas tirer avec les roues AV ou AR au sol</p> 	

Les figures montrent comment transporter le véhicule.

REFERENCES

- Rapport d'études INERIS sur l'Accidentologie relative aux systèmes de stockage d'énergie électrochimique : analyse du retour d'expérience, en date du 30/09/2010 ;
- Rapport d'études INERIS sur l'Approche de la maîtrise des risques spécifiques de la filière véhicules électriques - Analyse préliminaire des risques, en date du 06/06/2011 ;
- Eléments de synthèse INERIS, suite aux premiers essais incendie réalisés à échelle réelle, du 23/12/2011 ;
- Synthèse de modélisations préliminaires de l'impact d'un feu de véhicule électrique en parking souterrain – INERIS, en date du 13/10/2011 ;
- Rapport UTAC n° 10/02725-1, relatif à l'approche de la maîtrise des risques spécifiques à la filière des véhicules électriques, en date du 27/10/2010 ;
- American Honda Motor Co. Inc. – Guide d'intervention d'urgence – CIVIC HYBRID ;
- Toyota – Emergency Response Guide (Revised) 2001– PRIUS ;
- CANUTEC – Fiches MSDS batteries ;
- APSAM – Fiches MSDS batteries ;
- Association Nationale pour la Formation Automobile ;
- IFP Energies Nouvelles.