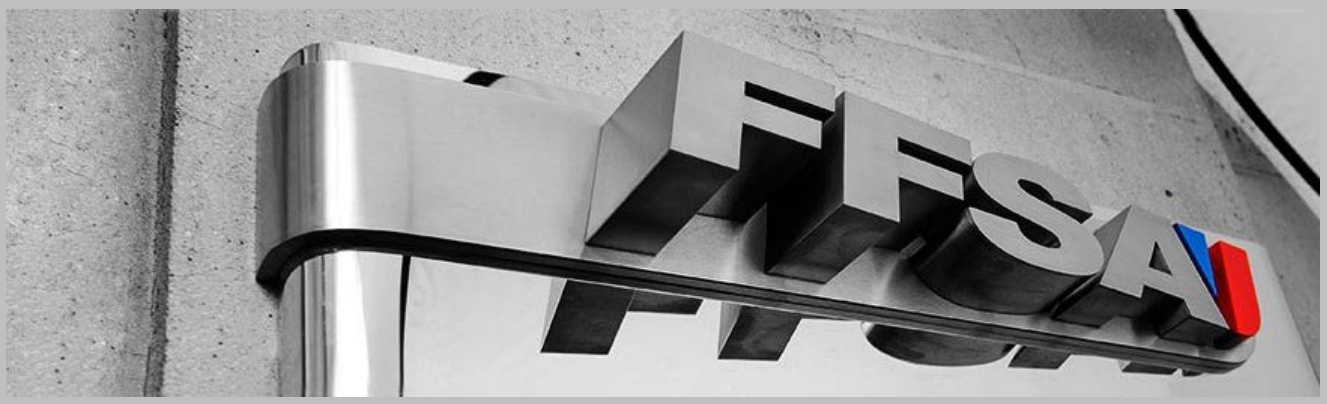
FÉDÉRATION FRANÇAISE DU SPORT AUTOMOBILE

2020

MANUEL DE FORMATION COMMISSAIRE©

MODULE 11
VOITURE ELECTRIQUE/HYBRIDE



SOMMAIRE

LES ENJEUX	Page 03
ARCHITECTURE DE LA VOITURE	Page 03
SECURITES EMBARQUEES	Page 05
VOCABULAIRE	Page 08
LE COURANT ELECTRIQUE	Page 09
INTERVENTION	Page 10
LES VOITURES	Page 18

LES ENJEUX

Toute mobilité engendre une dépense d'énergie. Les énergies fossiles appliquées à la mobilité, sont le plus couramment utilisées

Aujourd'hui, les rejets de ces combustions interpellent l'opinion et le monde politique. D'où l'apparition de contraintes sur l'emploi du véhicule à moteur à combustion interne (MCI)
Ces restrictions vont impacter progressivement notre vie quotidienne en matière de déplacement ainsi qu'en ce qui nous concerne, nos activités

- Une Directive de Bruxelles applicable fin 2020 impose à chaque constructeur, un rejet maxi de 95 gr de CO^2 / km pour l'ensemble de sa gamme. Cette valeur est pondérée en fonction des véhicules vendus.
  Si l'on tient compte du fait qu'un véhicule à essence de dernière génération, produit entre 120 à 125 gr de CO^2 / km, un diesel entre 110 et 115 gr de CO^2/km, un hybride essence entre 30 et 40 gr de CO^2 / Km, l'introduction du véhicule électrique à 0 gr de CO^2 / km est inévitable.
  De nouvelles mesures de réduction de ces rejets de CO^2 sont déjà envisagées : de 95 à 75 gr en 2030.

- Cette Directive induit une conséquence annexe : l'évolution des moteurs vers des architectures basse consommation et basse émission, entrainant réduction de cylindrée, réduction du nombre de cylindres,

- Il sera donc difficile dans le futur, de puiser dans les bases des véhicules de production pour développer des moteurs de compétition.
  A cela s'ajoute, de nouvelles restrictions de circulation liées à la pollution, dans les grandes villes pour les véhicules à moteur à combustion interne (MCI). Cela impactera le parc véhicules futurs et par voie de conséquence, le Sport Auto.

- Une partie des circuits français, quelle que soit leur taille, font face à des difficultés d'utilisation, notamment en raison du bruit.
  Le bruit lié à la pollution, sont autant de facteurs contribuant à la réticence des riverains de voir circuler des voitures de rallye, conduisant les élus à hésiter à donner l'autorisation de passage sur le territoire de leur commune

Que l'on apprécie ou pas, l'émergence des voitures à énergies nouvelles sur nos épreuves circuit et/ou route, force est de constater qu'elles arrivent sur nos épreuves, aussi il nous parait important d'en parler, de vous informer et de vous sensibiliser.

ARCHITECTURE DE LA VOITURE

Avant de poursuivre la lecture de ce document, précisons que les constructeurs ont intégré dans ces voitures, des capteurs et sécurité fiables et éprouvés, permettant à la moindre défaillance, de couper, isoler, placer en sécurité, les systèmes d'alimentation « Haute Tension » (H.V.)
NB : Si des risques avaient été plus importants, cela se serait rapidement su
Afin de conserver leur crédibilité, les constructeurs auraient de toute façon été contraints d'apporter toutes les garanties de sécurité pour les usagers et intervenants.

Néanmoins, dans le cadre de nos activités sportives et bien que connue depuis de nombreuses années, l'utilisation de l'électricité pour la mobilité sur véhicule par le grand public est récente.
Aussi nous manquons de recul et d'expérience sur l'analyse complète des risques encourus dans le cadre spécifique de nos activités sportives.
Les indications et recommandations précisées ci-dessous sont établies selon l'état des connaissances à ce jour. Elles devront être complétées au fur et à mesure des expériences vécues. A ce titre, il reste toujours une part d'incertitude

Le danger électrique est un danger invisible en toutes circonstances

❑ *VOITURES HYBRIDES - QU'EST-CE-QUE-C'EST ?*

On en parle beaucoup sans vraiment en connaitre le fonctionnement théorique

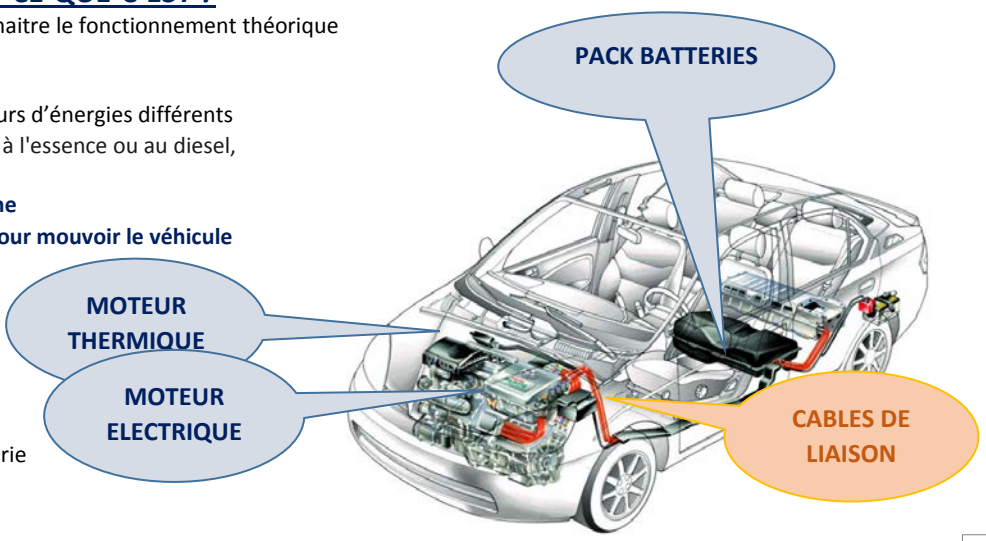
⇨ *DEFINITION*

Il s'agit de véhicules mus par 2 transformateurs d'énergies différents

- Une automobile classique, qu'elle roule à l'essence ou au diesel, fonctionne avec un moteur thermique.

Techniquement, **un véhicule hybride combine deux transformateurs distincts d'énergies pour mouvoir le véhicule**

Le principe est toujours le même :
- Associer le moteur thermique à un moteur auxiliaire électrique et à un système de stockage d'énergie
Le moteur thermique fait tourner un générateur d'électricité qui recharge la batterie



❑ VOITURE ELECTRIQUE - QU'EST-CE QUE C'EST ?

⇨ *DEFINITION*

Un véhicule constitué d'équipements électriques autonomes, utilisant un moteur électrique piloté comme un propulseur principal, ce moteur tirant son énergie d'une source d'énergie électrique embarquée dont la tension est du domaine basse tension ou très basse tension

L'énergie électrique est fournie par un « pack accumulateurs », installé à bord, à usage de stockage d'énergie électrique et rechargeable

Un « prolongateur d'autonomie » est un système permettant de transformer une énergie chimique en énergie électrique

Ce système alimente obligatoirement et uniquement le pack batteries du véhicule

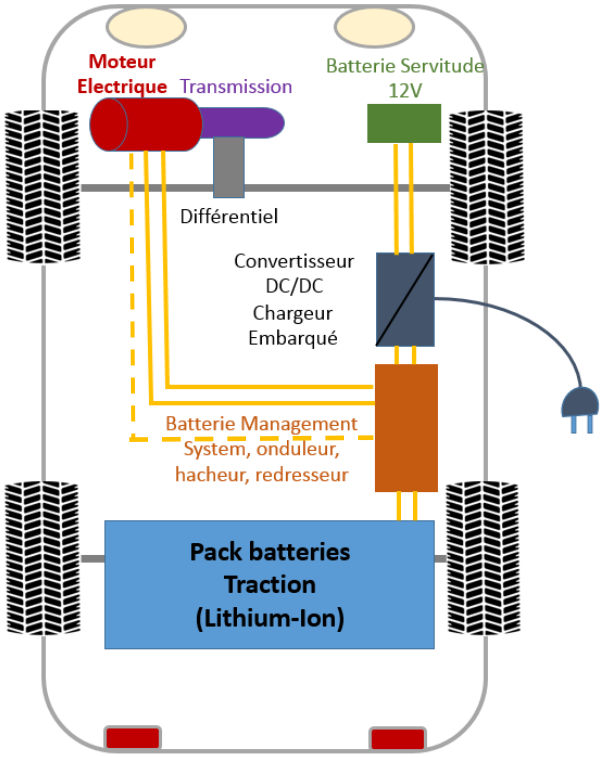
❑ CONSTITUTION DU SYSTEME DE PROPULSION

La certification ECE R100 Rev2 est l'une des principales exigences européennes en matière **d'homologation des véhicules électriques,** en fait, le règlement spécifie tous les tests qui doivent être effectués sur des batteries au lithium installées sur des véhicules électriques à 4 roues

- Côté conducteur, la conduite d'une voiture électrique n'est pas plus, sinon moins, compliquée que celle d'un véhicule thermique : Il suffit d'appuyer sur la pédale d'accélérateur pour provoquer l'avancement.
- Pas d'embrayage: il suffit d'appuyer sur la pédale d'accélérateur pour que la batterie libère du courant et alimente le moteur de traction
- Il n'y a pas de boite de vitesse, juste un inverseur pour la marche arrière
- Pour orchestrer parfaitement cette partition, un ordinateur embarqué permet de gérer, de contrôler et de réguler la puissance à développer. Le moteur peut ainsi développer sa pleine puissance à partir d'un rapport tour/minute bien inférieur à celui nécessaire aux véhicules thermiques.

Cette chaîne cinématique est composée des éléments suivants :

a) Pack batteries Haute tension ou HT : Un pack est constitué de cellules, regroupés en modules.
Ces modules sont assemblés selon la tension requise.
Leur rôle est de stocker l'électricité
Pour fonctionner, le véhicule électrique a besoin de l'énergie électrique embarquée, à l'instar des réservoirs de carburants pour les véhicules à moteur thermique.
Le pack batteries alimente le moteur en énergie électrique pour la traction du véhicule



b) Le module chargeur : Il permet la recharge des éléments constituant le pack Batteries.
Il est l'interface entre celles-ci et le réseau électrique de distribution.
Pour cela, il transforme la tension domestique de 220 volts alternatif en tension continue (Jusqu'à 700v)

c) Le « B.M.S. » (Battery Management System). Le BMS est un système électronique permettant le contrôle de la charge et parfois également de la décharge des accumulateurs composant une batterie.
C'est un élément indispensable qui assure à la fois une sécurité optimale ainsi qu'une bonne longévité de la batterie.
Afin d'optimiser les capacités de la batterie et d'empêcher les sous-tensions ou surtensions, le BMS veille à l'équilibrage des cellules entre elles

NB : La puissance d'une voiture électrique ne tient pas seulement à la conception de son moteur ou bien à la technologie performante de sa batterie mais aussi à l'informatique embarquée.
Cette composante devient de plus en plus importante au fur et à mesure que les progrès dans la fabrication des éléments électroniques progressent

d) Le moteur électrique : placé en bout de chaîne cinématique, il entraîne les roues.

Son rôle est de convertir l'énergie électrique des batteries en énergie mécanique durant les phases de traction du véhicule, mais aussi d'inverser le processus en phase de freinage (régénération électrique)

Il existe deux types de moteurs électriques qui peuvent faire rouler une voiture :

1- Les moteurs à courant alternatif synchrone
   Cette version est donc devenue le choix privilégié pour la plupart des véhicules électriques récents
2- Les moteurs à courant continu.
   Directement alimenté par le courant continu issu des batteries embarquées, il est techniquement facile d'en régler la vitesse de rotation et ce fut la raison principale du choix des constructeurs dans la 1re génération de véhicules électriques

En outre, ces derniers présentent aussi l'avantage de la puissance. Les moteurs à courant alternatif peuvent augmenter l'autonomie de la voiture. En effet, ils transmettent de l'énergie lors des freinages de la voiture et participent dans une certaine mesure, à la recharge des éléments du pack batteries

e) La batterie 12 volts : Appelée également « Batterie de servitude », elle alimente le circuit de bord et les consommateurs électriques comme pour les autres types de véhicules (signalisation (feux, avertisseur sonore, essuie-glace, etc.), confort (ventilation, lève vitres électriques, multimédias, etc.), etc.

f) Le convertisseur : Il assure la recharge de la batterie 12 v.

LES SECURITES EMBARQUEES

❑ CABLES DE TRANSPORT ELECTRIQUES

Les canalisation électriques isolées servant au transport de l'énergie électrique embarquée du circuit de traction sont constituées par plusieurs conducteurs électriques de classe B (<1000v) isolés entre eux, gainés dans des enveloppes de couleur orange.
Des éléments assurent leur fixation ainsi que leur protection mécanique.
Nous parlerons de « **Bus haute Tension** »

L'ensemble est équipé de capteurs permettant à la moindre défaillance ou défaut, d'isoler le transport du courant vers le moteur de traction (ou propulsion)

Ils sont aisément repérables, déjà par leur couleur **ORANGE**, mais également identifiés par ces logos, ci-contre fixés à intervalles réguliers. Ces mêmes logos se retrouvent sur tout autre dispositif qu'il conviendra de ne pas toucher

❑ SYSTEME DE CONTROLE DE BATTERIES - B.M.S. (Battery Management System)

Le système de contrôle de batterie « BMS » est un système électronique gérant le fonctionnement des batteries (gestion de l'état de charge, répartition des charges entre les cellules, tension, température…).
Le BMS constitue ainsi l'élément essentiel du véhicule, assurant à la fois des fonctions opérationnelles nécessaires aux échanges d'information utiles à la conduite (par exemple l'affichage de l'autonomie résiduelle) mais aussi d'autres fonctions qui ont un rapport plus ou moins étroit avec la gestion de la sécurité de la batterie et/ou du véhicule.

⇨ **Bref, c'est le « cerveau » du véhicule, même si physiquement l'appareil ressemble plus à une « boite noire » !!**

On peut considérer que le BMS répond à trois types d'objectifs:

- Empêcher l'endommagement des éléments de batteries et du pack batteries,
- Prolonger la durée de vie de la batterie en optimisant son fonctionnement (charge, décharge, …)
- Maintenir l'état du pack batterie en condition opérationnelle.

L'atteinte de ces objectifs qui contribue à la gestion de la sécurité de la batterie et du VE, est obtenue par diverses fonctions spécialisées telles que :

- Protection des éléments contre leur fonctionnement hors plages de sécurité (Température, tension…),
- Contrôle de la charge,

- Gestion de la sollicitation (appel de puissance, utilisation de techniques d'économie d'énergie, prolongement du temps entre deux charges…),
- Détermination de l'état de charge (information au conducteur, mais aussi information potentiellement exploitable en contrôle de procédure de charge),
- Détermination de l'état de santé de la batterie : il s'agit de la capacité résiduelle de la batterie à délivrer sa puissance nominale (indicateur de vieillissement de la batterie, mais aussi facteur déterminant pour évaluer la disponibilité en puissance pour les situations d'urgence),
- Equilibrage électronique des éléments (les tolérances de fabrication sur les éléments nécessitent en pratique des fonctions d'équilibrage des appels de courant en fonction de leurs caractéristiques propres),
- Autres fonctions telles que celles liées à l'identification et à l'authentification des caractéristiques de la batterie, des fonctions de communication, de la surveillance et de l'enregistrement du « vécu » de la batterie au cours de sa vie (*Log book function*).

Ces fonctions se déclinent différemment selon les usages de la batterie.
A titre d'exemple, il est commode pour une batterie de véhicule électrique de traduire l'état de charge (SOC) en prédiction d'autonomie résiduelle exprimée en kilomètres renvoyée sous forme d'indication sur un indicateur pour le conducteur.
Un pack batterie peut nécessiter une architecture de BMS relativement complexe et comprend des éléments intégrés au pack batteries et d'autres éventuellement délocalisés ailleurs dans le véhicule.

❑ ORGANES DE SECTIONNEMENT

Afin de garantir lors d'interventions toujours plus de sécurité, ces voitures issues de la série, sont équipées de systèmes de sectionnement efficaces.
Hélas, aujourd'hui, les modèles ne sont pas homogènes, Leurs emplacements sont variables, disposés parfois dans des emplacements déconcertants, même pour un véhicule d'une même marque

Renault ZOE

TESLA 3

BMW X1

⇨ Une action trop brutale et/ou maladroite sur certains d'entre eux sont susceptibles de générer des arcs électriques
Le dépannage devrait être seul à intervenir sur ces systèmes (Hors garage)

❑ PACK BATTERIES - RESS

Nous l'avons vu avant, le ack batteries est constitué d'un ensemble de cellules reliés entre eux de façon à créer un générateur électrique et de capacité désirée.
Ces cellules sont aussi parfois appelés éléments de la batterie ou plutôt accumulateurs

Le terme approprié, utilisé dans le milieu du Sport Auto sera :
⇨ R.E.S.S. : (Rechargeable Energy Storage System
Traduction : Système de stockage d'énergie rechargeable

❑ TYPES BATTERIES

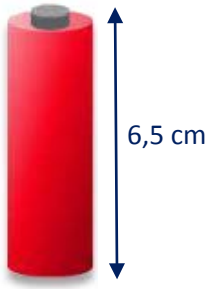
1. BATTERIES LITHIUM-ION

Les batteries au lithium-ion inondent littéralement depuis quelques années le marché des véhicules électriques sous toutes les formes d'engins, du vélo assisté aux voitures.
Les premiers travaux sur ces accumulateurs datent des années 1970, grâce à des chercheurs qui ont discerné tout le potentiel exploitable de ce métal solide et particulièrement léger. Ce n'est qu'en 1985, avec la première batterie lithium-ion réalisée, qu'on peut vraiment observer les bénéfices de cette technologie, parmi lesquels une tension élevée et l'absence d'effet mémoire rapidement destructeur. Sony a débuté la commercialisation en 1991.
La fourchette idéale d'exploitation des batteries lithium-ion, entre -20 et 65° C, a favorisé sa progression fulgurante dans l'électromobilité. Le rapport entre leur densité énergétique, leur poids et le prix les classe parmi les meilleures sur le marché des accumulateurs. Pas étonnant qu'on les trouve dans la plupart des voitures électriques actuellement dans les concessions,

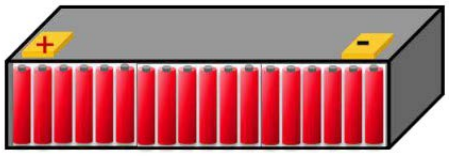
L'utilisation des batteries au lithium-ion a soulevé plusieurs polémiques, parmi lesquelles leur recyclage et les problèmes environnementaux à l'extraction du lithium. Pour la première, il est vrai que la filière pour leur récupération a été créée assez récemment, le besoin n'étant pas d'actualité jusque-là. Elle dispose désormais de plusieurs usines dédiées à travers le monde.
Le lithium, de l'ordre d'une poignée de kilos en tout dans une batterie de traction, n'est pas altéré et peut donc servir à nouveau. Mais avant de le dissocier des autres éléments, – comme le cuivre, le cobalt, l'aluminium, le fer et le manganèse, il est possible d'utiliser ces batteries en seconde vie, pour le stockage, par exemple, de l'électricité obtenue des énergies renouvelables. Plusieurs constructeurs travaillent sur le sujet, dont Nissan très impliqué. Pas pire que ceux qui assombrissent la production pétrolière, les problèmes environnementaux causés par l'extraction du lithium pourraient, eux, être très largement gommés en y mettant les moyens.
Dernier point qui a un temps terni l'image des batteries lithium-ion, leur comportement dangereux en cas de surcharge, et notamment l'emballement thermique et ses effets impressionnants et destructeurs.
La technologie à l'œuvre impose de confier la surveillance et la gestion de ces accumulateurs à un système de protection appelé BMS (battery management system) intégré à la fabrication. Au final, moins de voitures électriques prennent feu que de thermiques.

2. COMMENT EST CONSTITUÉE UNE BATTERIE LI-ION ? (Pour exemple)

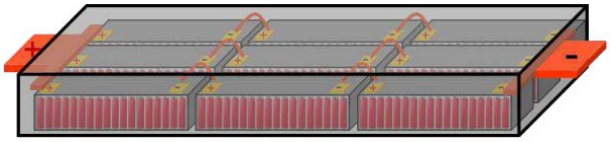
Il s'agit d'un assemblage de cellules unitaires



Cellule unitaire :
3,8 V - 3,15 Ah
-12 Wh - 45 g



Module de cellules: 6S14P (84 cellules)22,8 V - 44 Ah -1 kWh ~ 5 kg



Pack de modules : 3S3P (756 cellules)68,4 V -132 Ah - 9 kWh ~ 75 kg

Zoé 400 V, 41 kWh, 12 modules, 192 cellules, 290 kg, forment le pack batteries

3. BATTERIES LITHIUM-ION POLYMERE

On a un temps estimé que les batteries lithium-ion polymère n'avaient pas d'avenir dans les voitures électriques, en les abandonnant à l'électro-modélisme, ainsi qu'aux vélos assistés et aux scooters électriques. Elles étaient cataloguées comme « dépassées », alors que leur apparition ne datait que de 1995 ! C'était sans compter sur l'acharnement des constructeurs coréens qui leurs ont restitué leurs lettres de noblesse.
L'installation sur certaines voitures témoignent de l'excellente densité énergétique de cette technologie, mais aussi de la moindre sensibilité au froid sur l'autonomie. En revanche, celle à la surcharge, plus grande que sur les modèles lithium-ion plus classiques, sanctionnée par de sérieux risques d'explosion, a été maîtrisée.
De même, on parle désormais au passé du faible nombre de cycles de charge/décharge, de l'obligation d'utiliser très régulièrement les lithium-ion polymère des voitures électriques, et de la mort des cellules par décharge trop basse. Au final, on peut les exploiter dans ces engins pour leurs principales qualités : leur faible poids, et la possibilité de donner aux blocs la forme que l'on veut grâce à la maniabilité de l'électrolyte polymère.

4-AUTRES DIVERSES

Différents constructeurs s'essayent à d'autres combinaisons, parfois mises en application ça-et-là, mais de façon encore trop anecdotique pour en parler en détail. Il serait d'ailleurs difficile de le faire, car peu d'informations précises filtrent la plupart du temps.
On parle de batteries lithium-titanate, lithium-fer-phosphate, lithium-air, etc.
On attend beaucoup du graphène, notamment pour obtenir des batteries relativement abordables pour des autonomies qu'on peut qualifier d'impressionnantes.

NOUS N'EN SOMMES QU'AU DEBUT…

UN PEU DE VOCABULAIRE

⇨ **Chaque discipline ou évolution technique s'attache un nouveau vocabulaire, qu'il convient de connaitre. Certains termes vous sont déjà familiers (Par ordre alphabétique)**
Certains d'entre eux sont (ou deviendront) des incontournables

- ***Batterie de servitude*** *:* Batterie basse tension (En général 12 volts alimentant les équipements de servitude du véhicule (Phares, feux, klaxon…etc.)
- ***B.M.S.:*** **B**attery **M**anagement **S**ystem. Ce calculateur (système électronique) est installé sur les batteries. Il contrôle la charge et la décharge des accumulateurs et équilibre la tension. Le BMS empêche en outre les sous-tensions et les surtensions, tout comme la surchauffe pouvant endommager la batterie, ainsi que les autres équipements. De manière plus générale, le BMS surveille constamment l'état de la batterie. Ce système indispensable offre donc aux batteries des véhicules électriques une sécurité et une longévité optimales
- **Chargeur** : embarqué ou non, permet de recharger la batterie à partir d'une tension réseau (50Hz, 230V mono ou 400V triphasé).
- ***Consignation*** : Opération consistant à assurer la protection des personnes contre les conséquences de tout maintient accidentel ou toutes réapparition de tension sur l'équipement électrique
- **Convertisseur DC/DC** (continu / continu) : électronique permettant de charger la batterie de service et d'alimenter le réseau basse tension du véhicule à partir de la batterie de traction haute tension.
- ***Diélectrique :*** Qualifie un milieu ou un objet qui ne peut pas conduire le courant électrique
- ***Electrisation*** : est le passage d'un courant électrique dans le corps, provoquant des blessures plus ou moins importantes et graves
- ***Electrocution*** *:* Couramment employé, le mot "**électrocution**" n'a pourtant pas le même sens : il désigne **exclusivement** les cas d'électrisation entraînant un décès.
- ***E.P.I.*** *:* **E**quipement de **P**rotection **I**ndividuel. Dispositif ou moyen destiné à être porté par une personne en vue de la protéger contre un ou plusieurs risques susceptibles de menacer sa sécurité ou sa santé
- ***E.R.S.*** *:* **E**nergy **R**ecovery **S**ystem - Système de récupération d'énergie
- ***Full-Hybride :*** électrique ayant au moins 30% de la puissance totale. Le moteur électrique (il peut y en avoir plusieurs) est capable d'assurer la propulsion en totale autonomie sur plusieurs kilomètres. Une technologie qui équipe une majorité de modèles hybrides sur le marché,
- ***Full Hybride rechargeable :*** Les batteries peuvent se raccorder directement au réseau électrique. Ce système devient systématique car le nombre de batteries se multiplient pour accroître l'autonomie en 100% électrique, il faut donc pouvoir les recharger autrement qu'en roulant uniquement**.**
- ***H.V.*** : **H**ight **V**oltage = Tension élevée. Souvent employé pour désigner les batteries de traction. Les abréviations « **H.T**. » (Haute tension) sont aussi utilisées
- ***Micro-hybridation*** **:** utilisation d'un alterno-démarreur permettant de couper le moteur thermique à l'arrêt et à très basses vitesses (moins de 10km/h). Ce procédé appelé aussi **Start and Stop** permet de diminuer de 15% environs la consommation de carburant.
- ***Mild hybrid*** *:* dans ce cas, la voiture ne pourra pas rouler en tout électrique, même sur de petites distances. Le moteur thermique sera donc toujours allumé.
- ***Mise Hors Tension :*** Procédure d'ordre électrique destinée à réduire le risque électrique en supprimant la tension sur un équipement électrique, sans garantie contre les conséquences de réapparition accidentel ou intempestive de tension
- ***Moteur électrique*** : Convertisseur d'énergie électrique en énergie mécanique. Réversibles (freinage récupératif), ils sont de trois types : continus, asynchrones (à induction) et synchrones
- ***Moteur thermique*** *:* = Moteur à combustion interne, = moteur à explosion… (tout le monde connait)
- ***Onduleur de tension (ou variateur)*** *:* convertisseur électronique permettant d'alimenter le moteur électrique en tensions triphasées, à fréquence variable (0 à 300 Hz) à partir de la tension continue de la batterie de traction
- ***Pack Batteries*** : Caisson contenant l'ensemble des éléments constituant le système de stockage d'énergie rechargeable. Il est plus connu, dans notre milieu, sous l'appellation ci-dessous
- ***R.E.S.S.*** *:* **R**echargeable **E**nergy **S**torage **S**ystem, traduction : Système de stockage d'énergie rechargeable
- ***Service*****-Plug** (**ou loop**) : Prise de service séparant sur les véhicules **issus de la série et roulant en catégorie ENRS**, le bus de puissance du pack batteries.
  Tout véhicule électrique ou hybride est équipé d'un ou plusieurs systèmes d'arrêt de l'alimentation pour des fins de maintenance ou en cas d'accident (tels que des fusibles de puissance, disjoncteur, interrupteur, contacteur ou relais).
  Il n'y a cependant aucun standard actuel pour leur emplacement, le type de protection, ou leur fonctionnement.
- ***Tension continue*** : Tension dont la valeur reste constante en fonction du temps. Cette tension se retrouve aux bornes de la batterie.
- ***Tension triphasée alternatives*** : Ensemble de trois tensions alternatives identiques en amplitude et en fréquence, généralement sinusoïdales, mais déphasées d'un tiers de période.
- ***V.A.T.*** : **V**érificateur **A**bsence de **T**ension. Dispositif conçu spécifiquement à cet effet, destiné à fournir la preuve indiscutable de l'absence de tension

LE COURANT ELECTRIQUE - QU'EST-CE QUE C'EST ?

1.DEFINITIONS

Le courant électrique correspond au déplacement à l'intérieur d'un conducteur* de charges généralement négatives appelées électrons**.
Le sens conventionnel du courant est orienté du pôle positif au pôle négatif.

* Un conducteur électrique est un matériau qui laisse circuler le courant électrique

** Un électron est une particule élémentaire présente dans tous les atomes.

Les matériaux qui ne contiennent peu de porteurs de charge libres sont des isolants***. Ils sont qualifiés de matériaux **"diélectriques"**.
L'air, le plastique, le caoutchouc sont d'excellents isolants.

***Un isolant est l'opposé d'un conducteur : c'est une matière à travers laquelle le courant électrique ne peut circuler

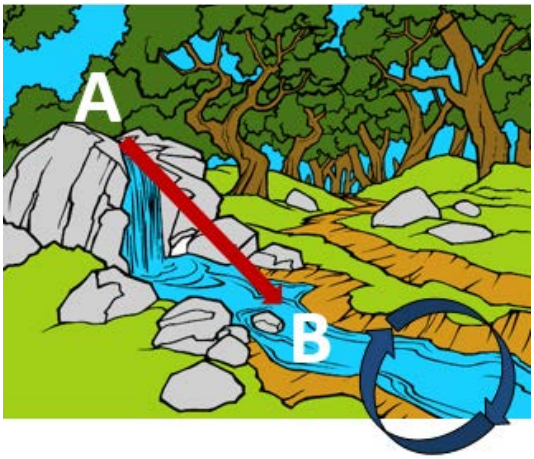
2. LE SENS DU COURANT

Les électrons et les particules chargées négativement se déplacent dans les conducteurs en suivant un sens de circulation.
Il existe deux types de courants
1- **Le courant continu :** Il s'agit d'un courant qui circule toujours dans le même sens.
2-Le courant alternatif : il se déplace en cycles réguliers dans un sens puis dans l'autre.

Dans les deux cas, l'unité de mesure utilisée sera le « **VOLTAGE** » (**V**)

3.L'INTENSITE

L'intensité du courant électrique peut être comparée au débit d'un fleuve.
Elle reflète la quantité et la vitesse du courant électrique qui circule en un point donné du circuit électrique.
Son unité de mesure est « l'**AMPERE » (A)**



Par analogie à un torrent :

- Nous comparerons la tension, exprimée en « **VOLT** » à une différence d'altitude entre deux points « **A et B** » d'un torrent mettant l'eau en mouvement d'autant plus rapidement que la différence de hauteur est élevée.

- L'intensité exprimée en « **AMPERE** » correspond au débit de ce torrent, (quantité d'eau qui circule par seconde).

⇨ **Ampérage ou tension, dangereux pour la santé ?**
En fait, c'est le produit des deux qui se révèle dangereux

Equipage Didier Malga et Anne Bonnel,
Champion **FIA NEW ENERGY WORLD RALLY CUP 2018**

4.LES CAUSES D'ACCIDENT D'ORIGINE ELECTRIQUE

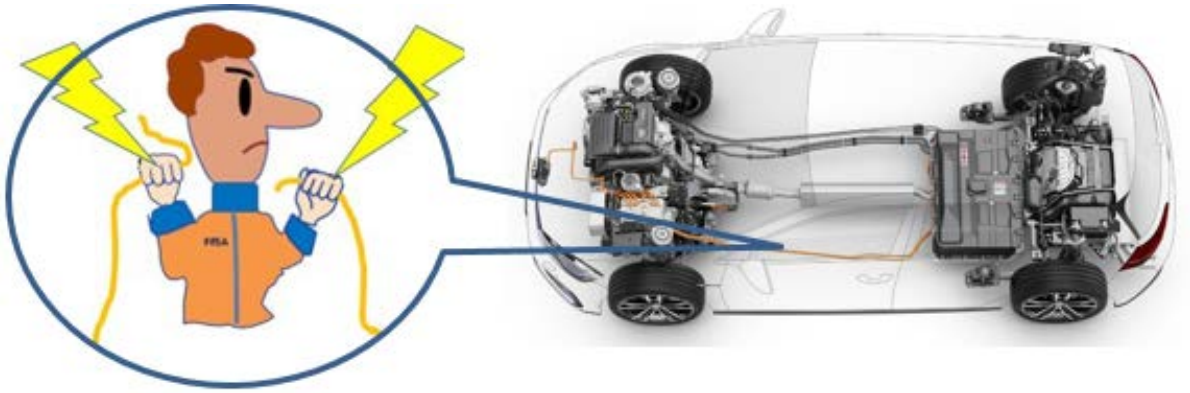
L'origine de l'accident dépend des types de contacts entre l'intervenant et l'élément sous tension

Les normes et les règlements distinguent deux types de contacts dangereux :

- Les contacts directs,
- Les contacts indirects, et les mesures de protections correspondantes.

1) Contact direct

Le contact direct est le contact physique entre une personne et un (ou plusieurs) conducteur actif ou des pièces conductrices habituellement sous tension.
Généralement, il est un accident dû à la maladresse et/ou à l'imprudence des personnes.
Par exemple : Deux câbles ORANGE saisis à mains nues, sans aucune protection



Dès lors, la totalité du courant traverse le corps humain.

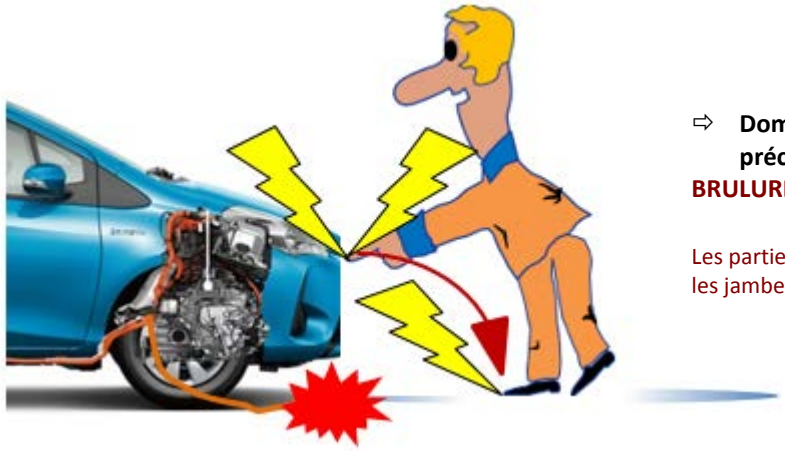
❑ **Des dommages physiques peuvent être occasionnés : BRULURES - ELECTRISATION,** pire **ELECTROCUTION**

Les parties les plus exposées sont les mains, la tête, les chevilles ou les jambes.

2) Contact indirect

On appelle contact indirect, le contact physique d'une personne avec une masse* (généralement métallique, mais pas que…) mise accidentellement sous tension, suite à un accident (En ce qui nous concerne)
Cette mise sous tension accidentelle résulte de la défaillance de l'isolation d'un appareil
Dans ce cas, une partie du courant de fuite traverse le corps humain.

* **Masse** : partie conductrice d'un matériel électrique susceptible d'être touchée par une personne, qui n'est normalement pas sous tension, mais peut le devenir en cas de défaut d'isolement.



⇨ **Dommages physiques pouvant être occasionnés, comme précédemment :**
BRULURE - ELECTRISATION ou pire **ELECTROCUTION**

Les parties les plus exposées sont les mains, la tête, les chevilles ou les jambes

⇨ **LES RISQUES POUVANT ETRE ENCOURUS EN CAS DE NON PROTECTION**

ELECTRISATION : L'électrisation est le passage du courant électrique dans un corps.
Ceci provoque des blessures plus ou moins graves.

ELECTROCUTION : L'électrocution est une électrisation provoquant le décès.

NB : NE PERDONS PAS DE VUE, QUE CES VOITURES ISSUES DE LA SERIE OU NON, SONT EQUIPEES DE SECURITES (Parfois doublées) EPROUVEES QUI DANS LA MAJORITE DES CAS, AURONT DEJA COUPEES, ISOLEES, SUPPRIMEES LES RISQUES EVOQUES CI-DESSUS.
MAIS IL EST NECESSAIRE D'EN PARLER

❑ L'EQUIPEMENT « IDEAL » DU COMMISSAIRE (E.P.I.)

Que nous disent les textes règlementaires FIA à ce propos, en matière d'équipement (Annexe H) :

Circuit :

2.6 Intervention sur la piste

2.6.1. Conditions

Il appartient aux commissaires de piste d'effectuer la première intervention en cas d'accident, toujours sous le contrôle du chef de poste ou de son adjoint, qui devrait prendre toutes les mesures nécessaires en vue d'assurer la sécurité physique de son personnel au moyen de signaux définis à l'avance, en vue de faire dégager la piste chaque fois qu'une voiture s'approche, et au moyen du drapeau jaune. Tout le personnel d'intervention devrait porter des vêtements protégeant du feu toutes les parties du corps, y compris la tête, le visage et les yeux.

Rallye :

5.2.6 Officiels et commissaires

Les organisateurs devraient veiller à ce que dans l'exercice de leur fonction les officiels ne soient pas obligés de se mettre en danger. Il incombe aux organisateurs de s'assurer que les officiels sont suffisamment entraînés à cet égard.
Le personnel devrait porter des chasubles d'identification. Les couleurs recommandées sont :

- *Commissaires préposés à la sécurité : Orange*
- *Le personnel par mesure de sécurité doit avoir les bras et les jambes couvertes*

Quoiqu'il en soit, pour être efficace dans une intervention, il faut savoir avant tout se protéger.
Certains équipements sont primordiaux, d'autres le sont moins,

Combinaison : Protège le corps et la peau
Elle est en coton, de façon à être « feu retardant », de couleur **ORANGE,**

Le bas des manches devraient être en coton tricoté ou équipés de grippers.
La fermeture de combinaison est assurée par zip sous patte
Pour les épreuves nocturnes, deux bandes de visibilité d'au moins 5 cm devraient être cousues au niveau des mollets

Chasuble identification fonction :
Si choix est fait de préférer le port de la chasuble, il faut savoir qu'elle ne protège en rien et doit être porter sur des vêtements assurant une bonne tenue au feu. Les bras et les jambes doivent être couverts.
Pour les épreuves nocturnes, deux bandes de visibilité d'au moins 5 cm doivent être cousues au niveau de la poitrine.
Afin de ne pas être accrochées lors d'intervention, elle doit être portée fermée

Chaussures montantes :
De type randonnée, montantes, elles doivent maintenir solidement la cheville
Les semelles devraient être en caoutchouc afin d'assurer une bonne isolation avec le sol

Si milieu humide, l'usage d'une paire de bottes est à privilégier.
Si intervention sur voiture hybride ou électrique, si possibilité, préférer l'usage de sur-bottes, quel que soit les conditions atmosphériques.
Elles peuvent être rapidement enfilées

Lampe : toujours utile, pour épreuves nocturnes.
S'assurer que les accus sont en état avant de partir

Coupe sangle : Parfois utile dans certaines situations scabreuses

Casque avec ou sans visière : Protège la tête, la visière intégrée protège les yeux
Souhaité un temps par la FIA, cet équipement de protection individuel est dédié plutôt circuit

Casquette : Protège la tête et le visage des sources de chaleur, mais également de la pluie
Son port n'est pas à négliger

1-Protection des mains : Protège les mains contre les objets contendants et les pièces brulantes.

Cet équipement est un des incontournables de la tenue commissaire.
En cuir type soudeur, sert de sur-gants pour gants latex

2-Protection des mains : Protège les mains contre les contacts avec des pièces nues sous tension
Gants latex diélectriques classe 0

OU

Gants composite, (diélectriques) classe 0, assure une meilleure résistance mécanique aux déchirures et perforations

NB : Pour une question d'hygiène et de confort, le port de sous-gants en coton est recommandé

Le sifflet : devrait être en matière plastique, si tel n'est pas le cas, veiller à ce qu'il soit placé dans une poche

Si choix du port d'un ceinturon, préférer avec boucle en nylon. Sinon, pour votre sécurité, placer la boucle métallique dans le dos

V.A.T. : Vérificateur **A**bsence **T**ension
Usage facultatif

…Sans oublier la licence en cours de validité

❑ GANTS DIELECTRIQUES CLASSE 0 - QUELQUES PRECISIONS

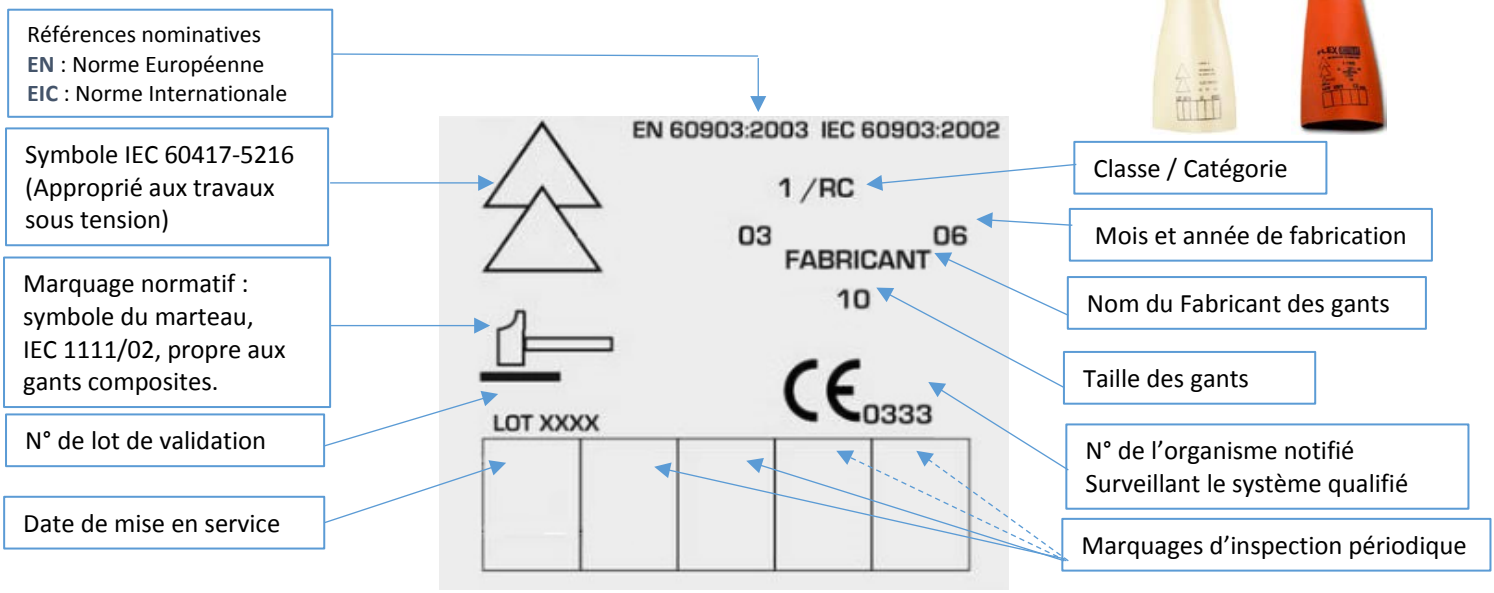
Les gants isolants offrent une protection individuelle contre les chocs électriques lors d'interventions ou dans certains cas, au voisinage de parties actives.
Ils doivent être conformes aux exigences des normes CEI 60903 (NF EN 60903). A ce titre, ils subissent notamment, des essais diélectriques, de vieillissement et mécaniques.

Deux principaux types de gants sont proposés par l'ensemble des équipementiers spécialisés dans les E.P.I. (Equipement de Protection Individuel)

- **Gants diélectriques « Latex classe 0 »**
  Les gants en latex qui offrent de hautes caractéristiques diélectriques. Ils doivent être utilisés avec des surgants en cuir pour assurer la protection mécanique.
- **Gants diélectriques « Composite classe 0 »**
  Les gants composites qui offrent une protection mécanique supérieure à la perforation et à la déchirure. Ils évitent l'utilisation de surgants.

NB : Dans tous les cas, l'utilisation de sous-gants en coton permet d'avoir un meilleur confort et plus d'hygiène.

❑ *MARQUAGES DES GANTS (LATEX OU COMPOSITE) - COMMENT S'Y RETROUVER*



❑ *DUREE DE VIE DES GANTS DIELECTRIQUES ET/OU COMPOSITES*

La durée de vie des gants dépend surtout de l'usage que vous en faites et des conditions de stockage

Il est évident que des gants jetés en vrac au fond d'un coffre de voiture ou laissés sur une plage arrière de voiture en plein soleil limitera leur durée de vie. Ils ne doivent pas être comprimés
La paire de gants vous est livrée dans un sac plastique renforcé ou dans un coffret. Mieux vaut les y replacer après usage et les déposer à plat. Généralement, les gants sont talqués.

❑ *CONTROLE DES GANTS*

Tous les gants isolants doivent être vérifiés avant chaque utilisation. Une inspection de l'intérieur des gants est recommandée
Pour les classes 0 (et 00), les vérifications consistent en un essai de gonflage à l'air et un contrôle visuel lorsque le gant est gonflé.
L'essai diélectrique n'est pas une nécessité mais peut être réalisé à la demande du propriétaire.

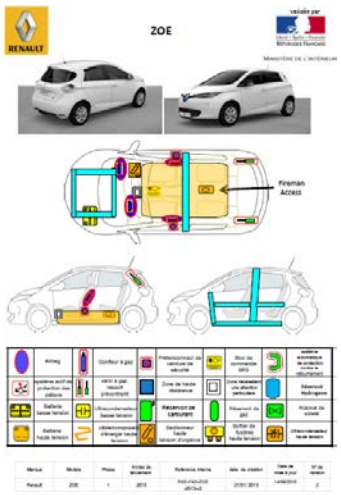
⇨ Le port de bague, montre, bracelet, de manière plus générale, tout ce qui est métallique, est à proscrire afin d'éviter toute dégradation des gants et par voie de conséquence entrainer une conduction électrique

Attention aux rebords de glissière de sécurité souvent mal ébavurés, susceptibles d'entrainer des perforations et/ou déchirures

❑ AUTRE

Une application gratuite, disponible sur smartphone, sous forme d'une « F.A.D. » (Fiche d'Aide à la Décision) est disponible. Elle permet à tout intervenant d'identifier le modèle concerné et d'en connaitre ses caractéristiques techniques (Emplacement du pack batteries, passage des câbles ORANGE…etc

- Les informations techniques communiquées sur ces véhicules, sont ainsi disponibles et régulièrement mises à jour



⇨ Néanmoins, il nous parait plus raisonnable que chaque organisateur intégrant dans son épreuve des voitures hybrides ou électriques, dispose et mette à disposition des commissaires, une fiche technique précisant via un synoptique, l'implantation des différents organes et des systèmes de sécurité

❑ LA FONCTION COMMISSAIRE (ROUTE ET/OU CIRCUIT)

- L'arrivée des voitures mues par l'électrique avec les conséquences sur le plan sécurité qui en résultent nécessite de redéfinir la fonction du commissaire de route ou de piste.

- L'analyse des risques montre que le principal incident et le plus grave dont il faut se prémunir, est l'électrocution.
  Comme le risque électrique ne se voit pas et ne se sent pas, le commissaire doit impérativement changer son mode d'approche du véhicule.
  Avant d'intervenir, il doit prendre quelques précautions, dont la principale est de vérifier l'état du circuit électrique de puissance du véhicule et d'avoir enfiler ses gants diélectriques.

- Le second incident possible est une dérive de la fonction chimique de la batterie. Mais ce risque est rarement instantané.
  Sur un véhicule électrique, le risque d'incendie existe mais avec une probabilité beaucoup plus faible qu'avec un véhicule utilisant comme carburant, l'essence.

- Ceci amène comme réflexion : De quelle manière un commissaire doit-il intervenir sur une voiture, notamment lorsque le pilote (ou équipage) est inconscient ?
  En tout état de cause, il est compliqué d'établir une règle générale.
  ⇨Une intervention pour porter assistance, ne peut se réaliser qu'à condition que la voiture soit sécurisée.
  Tout dépendra donc de la violence du choc et des dégâts que la voiture aura subi.
  ⇨Il est donc important, sinon primordial, qu'un examen visuel du véhicule ainsi qu'un instant de réflexion soit mené après déclenchement du coupe-circuit
  ⇨De nouveaux automatismes lors d'intervention sont à acquérir.

❑ PRECAUTIONS ELEMENTAIRES

Même si les risques demeurent limités, il est nécessaire malgré tout de s'accorder quelques instants de réflexions, (Quel type de voiture ai-je à faire, hybride, électrique…), avant d'intervenir

Aussi en cas d'incident, même anodin, avant même de sortir du poste et vous élancer vers la voiture, vos premières actions seront :

- D'avoir enfilé les gants diélectriques (**POUR VOTRE SECURITE**)
- De prévenir, informer la direction de course de l'évènement. (**PRIMORDIAL**)
  - N° poste (ou P.K.),
  - N° de la voiture,
  - Etat du pilote (Ou équipage),
  - Etat du véhicule,
  - Couleur des voyants
  - Préciser le type du véhicule (Hybride, électrique)

- En retour, la direction de course vous indiquera, en fonction des éléments que vous lui aurez communiqué, la marche à suivre et des décisions qu'elle aura prises (Envoi d'un véhicule d'intervention par exemple)

NB : Sauf cas extrême, la plupart du temps, pilote (Ou équipage) sera plus en sécurité en restant à bord du véhicule.

RAPPEL : En tout état de cause, quelle que soit la décision prise en réponse par la direction de course, pour votre sécurité, aucune manipulation autour du véhicule, ne doit s'effectuer :

⇨ *Sans avoir enfilé des gants diélectriques*

Quelques éléments d'approche et d'intervention, prendre un temps de réflexion et appliquer la « **REGLE DES 5I** »

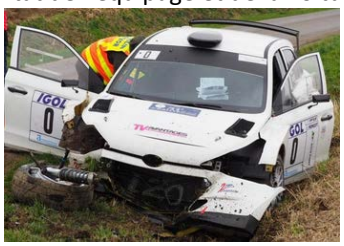
1-IDENTIFIER : N° du concurrent, préciser le type de véhicule

OU

⇨ **Indiquer immédiatement la couleur du voyant**

- **VERT :** Aucun risque à envisager
  (Ce qui ne doit pas empêcher la prudence)
- **ROUGE** ou **ETEINT** : Danger

2-INSPECTER : Etat de l'équipage et de la voiture



3-ISOLER : Demander au pilote (s'il ne l'a pas déjà) fait de couper le contact
Sinon agir sur le coupe-circuit externe

⇨Le fait d'intervenir sur le coupe-circuit ou d'ôter le service plug * (prise de service orange) sépare en deux le circuit de la batterie de traction (potentiels flottants) et rend impossible un court-circuit en aval de la batterie.
Cette architecture est systématiquement adoptée pour les véhicules dont le circuit de traction possède une tension supérieure à 60V DC (Pour information : Tension de classe B selon la norme R100, qui découle des normes ISO 6469-1,2 et3).

- Les seuls risques persistants une fois ces précautions prises résident dans un défaut de résistance d'isolement au niveau de la batterie ou un court-circuit interne au pack batterie.

*

4- IMMOBILISER : Caler, équilibrer la voiture.
Veiller qu'elle ne puisse bouger, glisser…durant l'intervention

5- INTERDIRE : L'approche du public

Installer rapidement une zone d'exclusion

⇨ N'AGISSEZ QU'EN CONCERTATION AVEC LA DIRECTION DE COURSE

EN REGLES GENERALES
Si le circuit électrique haute tension n'est pas neutralisé avant d'exécuter toute intervention d'urgence, un choc électrique se produira, provoquant des blessures graves ou mortelles. Pour prévenir les blessures graves ou mortelles, NE touchez PAS les faisceaux ou les composants haute tension avec les mains nues.

S'il est nécessaire de toucher les faisceaux ou les composants haute

❑ LES RISQUES COMMUNS VE/VT

On voudrait bien l'atteindre le risque « 0 » en matière d'incendies de voitures électriques. Ce n'est pas le cas.
Plusieurs raisons existent pour qu'un véhicule s'enflamme, qu'il soit ou non électrique.

- Que dire du terrain favorable aux incendies offert par les voitures thermiques
  - Court-circuit dus à des frottements sur une partie du faisceau électrique (Déjà !!)
  - Feu de turbo,
  - Durite d'essence ou d'huile qui se percent, se cassent, se fendent, repandant les liquides surchauffés et inflammables sur les collecteurs d'échappement.
  - Pièces mécaniques mal ou plus lubrifiées qui se frottent et montent en températures

- Éliminons déjà les causes non inhérentes à la traction électrique qui provoquent des incendies sur les véhicules branchés aux bornes.
  Si elles imposent un traitement particulier de la situation par les secours, la technologie embarquée au sein des voitures électriques n'est pas responsable des sinistres et ne nous concernent peu en finalité.

- Que reste-t-il comme scénarios spécifiques, susceptibles de déboucher sur un départ de feu, voire l'embrasement de tout ou partie d'une voiture hybride/électrique (Hors moteur thermique en ce qui concerne l'hybride) ?
  - La recharge des batteries provoquant un échauffement anormal des batteries, de l'électronique embarquée, de câbles ou du connecteur de raccordement au secteur, qui ne fait pas partie de notre périmètre d'action
  - Un court-circuit dans la chaîne de traction électrique notamment sur le réseau à haute tension ;
  - Un court-circuit du faisceau électrique des accessoires (S'il y en a)
  - Une défaillance du système de gestion des batteries ;
  - Un accident du véhicule pouvant toucher les packs d'accumulateurs, etc.
  - Feu dans un étrier de frein ;

- Si les voitures électriques étaient particulièrement concernées par les incendies, aujourd'hui, après plusieurs années de développement et commercialisation, ça se saurait forcément !
  Pourquoi ? Parce que de tels incidents, intervenant de préférence dans des conditions extrêmes d'utilisation, seraient très médiatisés.
  Ils émailleraient les différents rallyes et autres épreuves en circuit acceptant des véhicules électriques, mais aussi au quotidien, principalement dans le secteur des livraisons (Ex La poste)

- Désormais, la technologie est installée, et les millions de kilomètres accumulés sans dommage en voitures électriques à travers le monde prouvent que les engins branchés ne sont pas susceptibles de prendre feu pour un rien
  Il ne s'agit pas de faire un procès pour l'une ou l'autre des technologies, constatons que les voitures mues par énergies nouvelles, envahissent notre environnement, il faut s'adapter en conséquence…

A) Voitures Hybrides

- En fonction de la couleur des voyants, si le pilote n'est pas en mesure de le faire, une de vos premières préoccupations sera d'agir sur le coupe-circuit afin de déconnecter le circuit de puissance du pack batteries.
  Ou demander au pilote de retirer sa clé de contact et de l'éloigner de + de 5mètres.
- Les interventions menées antérieurement sur les voitures à moteur thermique seront identiques avec les voitures hybrides avec la nuance qu'il vous faudra penser à la présence du pack batteries

B) Voitures électriques

- En fonction de la couleur des voyants, si le pilote n'est pas en mesure de le faire, une vos premières préoccupations sera d'agir sur coupe-circuit afin de déconnecter le circuit de puissance du pack batteries.
  Ou demander au pilote de retirer sa clé de contact et de l'éloigner de + de 5mètres.

ATTENTION : Les véhicules accidentés peuvent présenter certains risques spécifiques, par ex. lorsque des composants haute tension sont endommagés et que les dommages ne sont pas visibles. (Contact indirect)

⇨ **Une fois encore, toute intervention à mains nues est à proscrire.**
Le port de gants diélectriques est incontournable.

NB : Hybride ou électrique, si un emballement thermique venait à s'enclencher, vous auriez malgré tout le temps de mener à bien vos interventions.

❑ RISQUE SPECIFIQUE AUX BATTERIES LITHIUM

- Si les anciennes générations de batteries plomb ou nickel et cadmium, montées dans les anciennes générations de voitures électriques, ne présentaient pas ou peu de risques particuliers d'incendie. Ces types de batteries ne sont plus présentent sur les modèles actuels
  Il n'est pas de même concernant les cellules lithium-ion et lithium-ion polymère qui demandent en revanche des précautions d'utilisation.
  Leur comportement peut devenir particulièrement dangereux lorsqu'elles sont soumises à des surcharges et/ou contiennent des impuretés dans l'électrolyte ou lors de choc violent.

❑ QU'EST-CE QU'UN EMBALLEMENT THERMIQUE ?

- Il s'agit d'une réaction chimique exothermique dont l'effet est une montée en température du pack batterie.

Des évènements précurseurs, pouvant être éventuellement corrélés, conduisent dans certains cas à l'activation du phénomène d'emballement.

On peut distinguer:

⇨Les évènements internes liés à l'état de la batterie, comme par exemple:

- Un court-circuit interne provenant d'un défaut de conception lors de la fabrication de la batterie,
- Une surcharge,
- Une défaillance dans les composants électroniques qui entrent dans la constitution du système de contrôle de la batterie.
- Vieillissement de l'ensemble des cellules formant le pack batteries

⇨Des évènements externes liés à l'environnement dans lequel se trouve la batterie et qui sont provoqués par des situations accidentelles,

- Choc violent entrainant un écrasement, une déformation, une perforation du pack batterie
- Un départ de feu extérieur,
- L'exposition à une température externe élevée,
- Un court-circuit externe

Une fois amorcé, le processus est quasi irréversible et peut durer plusieurs jours

- En cas de choc violent, l'activation d'un emballement thermique n'est pas immédiat et n'empêche pas d'intervenir sur le véhicule.

En d'autre termes, ce n'est pas parce qu'une voiture a tapé violemment un obstacle, qu'un embrasement va immédiatement se déclarer

NB : Tout ceci ne doit pas masquer les « outils embarquées » dont le rôle principal est d'éviter ce genre d'avatars

- Isolement des cellules par rapport aux autres
- Circuit de refroidissement efficace
- Coffrage et implantation qui résistent et évitent perforation et déformation
- Système de sécurité efficace et poussé de gestion de l'ensemble batteries (B.M.S.)

NB : Risque d'explosion du pack batterie existe, mais il est **rarissime** sur les packs actuels. Dans ce cas, l'éventuelle explosion est précédée d'une rapide et forte élévation de température et l'apparition de fumée.

❑ CONDUITE A TENIR EN CAS DE FUITE D'ELECTROLYTE DE LA BATTERIE DE TRACTION

Une fuite d'électrolyte de la batterie de traction est peu probable, sachez toutefois

- Sur les batteries de nouvelles générations, l'électrolyte est remplacé par un gel
- L'électrolyte de la batterie de traction Lithium-ion est un liquide clair et ayant une odeur caractéristique de solvant organique
- Il est corrosif. Un contact avec celui-ci provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves.
- En cas d'ingestion, d'inhalation, de contact avec la peau ou avec les yeux, accidentel, laver à l'eau abondamment le plus rapidement possible et Informer la D.C. de la situation qui dépêchera le médical

❑ VOS MOYENS D'ACTIONS SUR UN FEU

⇨La première chose à faire sera de demander au pilote de retirer sa clé de contact et/ou d'actionner son coupe circuit.
Sinon ce sera à vous de le faire

A) Cas des véhicules Hybrides,

- Le risque carburant est identique à celui rencontré avec des véhicules « classiques » et votre intervention s'effectuera de la même manière que sur une voiture « classique », en fonction des types d'extincteurs placés à votre disposition

B) Voitures Electriques

- En cas de feu de petite envergure, vous pouvez utiliser un extincteur d'incendie de type ABC ou CO^2 pour un feu causé par les faisceaux de câblage, les composants électriques ;
  Si utilisation d'un extincteur à Eau **+ Additif,** attention aux ruissellements pouvant en résulter et l'on Evitera d'arroser le pack batteries pouvant générer des gaz toxiques produits par une réaction chimique entre l'électrolyte de la batterie Li-ion et l'eau.

- Dans le cas où vous seriez contraint d'intervenir sur un emballement thermique déclaré et avancé, sachez que seule, une quantité d'eau importante (>3mètres cube) par noyage, est capable de refroidir et ralentir le processus d'emballement

SEULS DES MOYENS « POMPIERS » OU D'UN VEHICULE D'INTERVENTION RAPIDE EQUIPE SERONT EN MESURE DE REPONDRE EFFICACEMENT

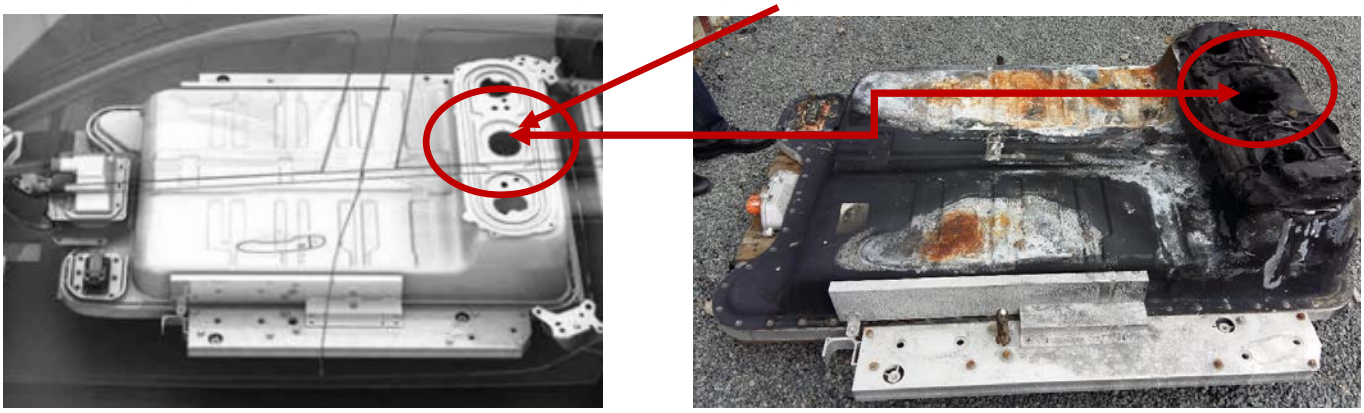
❑ L'EFFET « PHENIX » (Pour information)

Le fait de noyer le pack batteries ralentit la réaction chimique, **mais ne l'arrête pas tant que la totalité de la réaction ne s'est pas réalisée**

A) Les problèmes posés par l'extinction d'un feu de batterie de véhicules électriques

- L'extinction d'un feu de batterie est une tâche à ne pas prendre à la légère ;
  - L'extinction d'un feu affectant la batterie d'une voiture électrique, par exemple, requiert plus de 10 000 litres d'eau
  - Les batteries sont protégées d'une enveloppe (Pack), ce qui complique grandement la tâche

  Mais, certains types de véhicule sont équipés de trappe d'accès spécifiques (Fireman access).



- Le pack batteries contient tant d'énergie et dégage une chaleur si intense que l'ensemble peut continuer à brûler très longtemps
- …Et le risque de reprise du feu subsiste plusieurs jours après l'incendie
- Un feu de batterie libère des substances corrosives et toxiques.

❑ IMMERSION D'UN VEHICULE

- Dans le cas d'un véhicule hybride ou électrique se situant entièrement ou partiellement dans l'eau, les risques d'électrocution sont quasi nuls. 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. Toutefois, comme il s'agit d'un ensemble de modules reliés entre eux pour former une tension d'environ 400 volts à 700volts il faut plutôt faire attention de ne pas toucher les deux bornes ou câbles de haute tension qui provient des batteries car c'est là que le risque se situe.
- Toute batterie immergée dans l'eau va tenter de se décharger lentement en laissant passer un courant entre ses bornes plutôt que d'énergisé l'eau environnante.
- On est possible de toucher au véhicule et secourir le ou les personnes, si besoin est.

NB : Lorsque le pack batterie est submergée, il est possible de percevoir des bruits émanant de la batterie en raison des cellules se déchargeant en fonction des court-circuits.

❑ ENFIN POUR TERMINER

Il est de votre rôle de :

- Tenir informé chaque instant, la direction de course, de vos actions et/ou des initiatives que vous pourriez prendre
- Définir rapidement un périmètre de sécurité, afin d'empêcher tout « Curieux » d'approcher,
- Faciliter la venue des pompiers, du médical et du dépannage, comme pratiqué habituellement

OPEL CORSA Electrique :

La puissance culmine donc à 136 ch, le couple à 260 Nm, alors que la capacité de la batterie stagne à 50 kWh. Une puissance modeste mais pas inédite dans cette discipline

La verra-t-on rouler en coupe de marque Opel e-Rally Cup, organisée dans le Championnat allemand des rallyes 2020 ?

❑ VOITURES RALLYE / COURSE DE COTE - IDENTIFICATION

⇨ **RALLYE** : Aujourd'hui, ces voitures ne sont admises qu'en épreuves de régularité (**ENRS**)

↘ Elles sont clairement identifiées par la pose d'autocollants, d'un minimum de **3 :**

ELECTRIQUE **OU**

HYBRIDE

- Disposés sous les rétroviseurs gauche et droit, Ainsi que sur le pare-chocs arrière de façon à rester visible, même voiture retournée
- Le pictogramme « **Danger Electrique/Haute Tension** » informe tous les intervenants des risques potentiels liés à ces types de voitures et dégage l'organisateur d'une partie de ses responsabilités

OU

(En fonction du type d'équipement)

- Pour le moment, en France, ces voitures sont et restent **STRICTEMENT** de série.
- Elles ne disposent actuellement d'aucun voyant indiquant leur état (Vert, Rouge…). Comme il ne s'agit pas de course de vitesse, les risques d'accidents sont par conséquent moindres.
  Néanmoins, il conviendra de demander dans un premier temps, par précautions, au pilote de couper son moteur et d'éloigner la clé d'au moins 5 mètres.

Attention : Les voitures électriques font peu de bruit (Juste le bruit du roulement sur bitume, soit environ 75db), leur arrivée pourrait vous surprendre. Un système de bruitage est en cours d'étude.

❑ VOITURES ET EQUIPEMENTS - RALLYE

⇨ VOITURES ADMISES

Depuis 2018, rallye et course de côte sont déjà accessibles aux voitures à énergies non polluantes. Elles sont classées en catégorie « E.N.R.S.

- Pour pouvoir concourir, elles doivent être conformes à la législation routière Française
  - Posséder leur certificat d'immatriculation valide pour une circulation sur voies ouvertes à la circulation publique
  - Disposer des ceintures de sécurité d'origine
  - Etre dotées de leurs plaques avant et arrière
  - Avoir à bord leur triangle de signalisation
  - Un gilet fluorescent par membre d'équipage
  - Un extincteur de 2 kg minimum, compatible avec l'énergie disponible à bord du véhicule

- **Du fait que ces voitures (aujourd'hui) ne sont pas équipées d'arceau, les cabriolets et « hard top » sont exclus**
- Comme les voitures à moteur thermique, elles sont catégorisées par groupe, en fonction de leur type (Hybride ou électrique) et puissance

⇨ L'AVENIR

Nos Amis Allemands doivent faire tourner une Opel Corsa (Voir caractéristiques, page 17). Cette voiture a été pensée et construite pour rouler en compétition. Elle présente donc toutes les caractéristiques essentielles au niveau sécurité.
Elle dispose en outre, de voyants d'état ainsi que d'un avertisseur destiné à informer en priorité les spectateurs de son état, et que par précautions, il est préférable de ne pas y toucher.

❑ JAGUAR i-PACE TROPHY

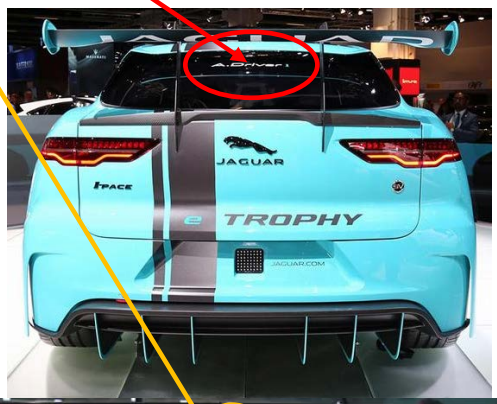
Performances:

- 0/100km: 4,5s
- Batteries: 90kwh
- Vitesse: 194km/h

⇨ Ce modèle de voiture issue de la série, illustre un type de véhicule susceptible d'évoluer sur les circuits européens avec ses équipements normalisés de sécurité

Derrière parebrise sur tableau de bord

Derrière lunette arrière niveau aileron



1. EMPLACEMENT DU PACK BATTERIE (RESS)

Il est disposé au niveau du plancher et entraine deux moteurs électriques.

2. DETAILS DES VOYANTS DE SECURITE (SAFETY LIGHTS)

Toutes les voitures sont équipées de LEDS de sécurité :

- En état de fonctionnement durant toute l'épreuve même si un élément électrique, hydraulique ou pneumatique tombe en panne
- Demeurent allumés durant au moins 15 minutes après activation du coupe-circuit général (Master Switch)

GREEN LIGHT	*BLUE LIGHT*	*RED LIGHT*	*RED & BLUE LIGHT*	*GREEN & BLUE LIGHT*
Le système électrique de la voiture est sécurisé (Fonctionnement normal) Le LED peut également clignoter	Un haut niveau de décélération a été détecté Si ce voyant est allumé, le système aura tenté d'isoler le RESS	Le système électrique n'est plus sécurisé Certaines pièces de la voiture peuvent être sous tension Le LED peut également clignoter	Le système électrique n'est plus sécurisé Certaines pièces de la voiture peuvent être sous tension Un haut niveau de décélération a été détecté	Le système électrique de la voiture est sécurisé (Fonctionnement normal) Un haut niveau de décélération a été détecté
Toutes procédures d'intervention peuvent être appliquées Si clignotement du LED, informer immédiatement la DC	Avant toutes interventions, la DC doit être informée Le médical peut être amené à intervenir	Attendre les instructions de la DC avant toutes interventions Si clignotement du LED Informer immédiatement la DC Les interventions doivent être réalisées avec toutes les précautions 	Attendre les instructions de la DC avant toutes interventions Les interventions doivent être réalisées avec toutes les précautions Le médical peut être amené à intervenir 	Attendre les instructions de la DC avant toutes interventions Toutes procédures d'intervention peuvent être appliquées Le médical peut être amené à intervenir

⇨ ***RAPPEL :*** **POUR VOTRE SECURITE, SI LES LEDS SONT ETEINTS OU NON PLUS VISIBLES OU SI LE LED ROUGE REPASSE AU VERT LA VOITURE DEVRA ETRE TRAITEE SELON LA NORME « RED INSTRUCTIONS »**

3. VOYANTS DE CONDITION

- Le véhicule est en condition de rouler : Nous pourrions traduire cela, par le contact est mis

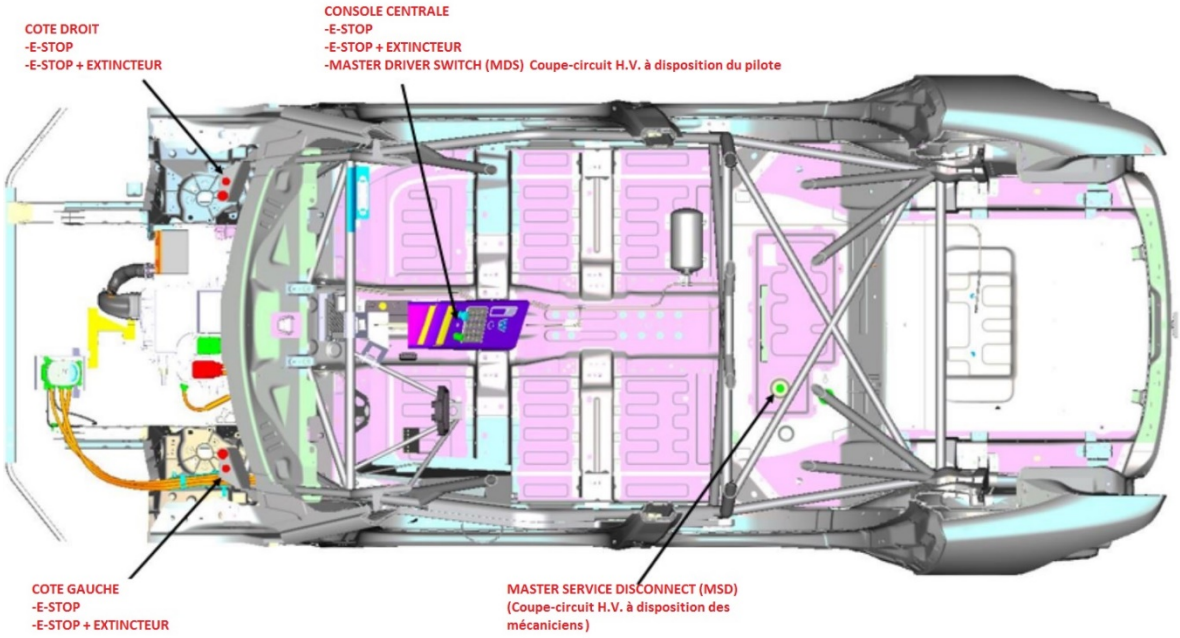
- Le véhicule n'est pas en condition de rouler : Les feux sont éteints et/ou clignotent à intervalles réguliers espacés de quelques secondes
-

4. BOUTONS COUPE-CIRCUIT ET EXTINCTEUR

- Ils se situent « classiquement » à la base du pare-brise côté « pilote », mais également côté « passager »
- Ils sont de type « poussoirs »

Coupe le système « H.V. »

Coupe le système « H.V. » et déclenche l'extincteur



5. INCIDENT/ACCIDENT

Une voiture est stoppée dans la zone d'action de votre poste (panne, accident…etc.).

⇨ Demandez au pilote, de bien vouloir couper le contact en agissant sur le coupe circuit (Master Switch) situé dans son habitacle

⇨ Eléments de message à transmettre vers la Direction de Course

- N° poste,
- N° de la voiture,
- Etat du pilote,
- Etat du véhicule,
- Couleur des voyants

- Dans le cas contraire, ce sera à vous de le faire en appuyant sur le bouton appelé « **E-Stop** » chez Jaguar, disposés à la base du pare-brise cote pilote et/ou cote droit identifié par :

- Le fait d'avoir pressé le bouton « E-Stop » coupe tous les circuits électriques (Circuits auxiliaires et de puissance) et déconnecte la transmission
- Cette action a pour effet, également de faciliter le déplacement de la voiture, si celle-ci est roulante
- L'usage d'un manche de drapeau comme intermédiaire peut contribuer et améliorer votre sécurité

❑ *DEPART DE FEU*

Trois cas possibles

a) Ainsi que vous vous en doutez, il n'y a pas de réservoir de carburant

Les risques « incendie », comme ceux habituellement rencontrés, sont par conséquent limités.
(Feu dans un étrier de frein, par ex.)

- Informer la DC et indiquer si vous êtes en mesure de traiter le départ de feu

Utiliser le (ou les) extincteur(s) le(s) plus approprié(s) à la situation, placé(s) à votre disposition dans le poste

b) De la fumée s'échappe de la voiture

⇨ Demandez au pilote, de bien vouloir couper le contact en agissant sur le coupe circuit ou Sur le bouton « **E-Stop** » situé dans son habitacle

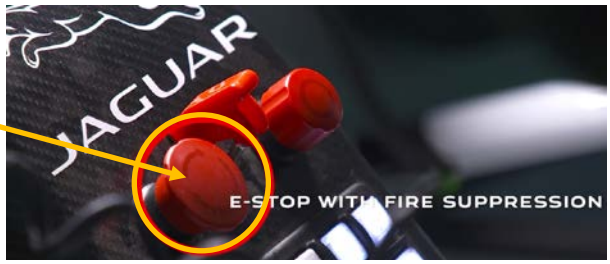
- Si cela n'est pas possible, ce sera à vous de le faire en appuyant sur le bouton « **E-Stop** » comme vu précédemment

1.L'incendie est maitrisable

- Informer la DC et indiquer si vous êtes en mesure de traiter ce départ de feu
- Utiliser les extincteurs appropriés à la situation, placés à votre disposition dans le poste

2. Le feu prend de l'ampleur - La situation risque de vous échapper

- Informer la direction de course
- Demander au pilote d'agir sur le bouton « **E-stop with Fire suppression** »



- Pour quel que motif que ce soit, s'il lui est impossible de le faire, alors ce sera à vous d'agir sur ce bouton situé à la base du pare-brise cotes gauche et/ou droit Identifié par le logo :

⇨ **Pour votre sécurité, il est évident que toutes ces actions ne seront jamais menées sans avoir enfilé vos gants diélectriques**

⇨ **Le manche d'un drapeau peut servir d'intermédiaire entre vous et les boutons Cet artifice peut vous éviter de vous approcher trop près du véhicule.**

c) Suspicion d'emballement thermique

(Bruits anormaux, fumées suspectes sortant directement derrière le poste de pilotage, odeurs, élévation anormale de la température…)

- L'emballement thermique, ainsi que nous l'avons vu antérieurement, est une réaction exothermique dont l'effet se caractérise par une montée en température du pack batteries
  Cet emballement peut être :
  - Spontané,
  - Suite à un choc,
  - Suite à un court-circuit

Un emballement thermique établi, atteint une température proche de 100°C, d'où une odeur de brûlé et un dégagement de fumée.

⇨ **Une fois amorcé, le processus est quasi irréversible et peut durer plusieurs jours.**

L'électronique, les sécurités embarquées, voire le pilote, auront détectés avant vous le « problème » et auront déjà fait le nécessaire pour isoler le pack batteries.

Malgré cela, vous devez informer la D.C. de cet état de fait, qui réclamera l'intervention du « **RESCUE TEAM** », lequel mettra tout en œuvre pour tenter d'enrayer cet emballement thermique et sauver ce qui peut l'être

❑ REMORQUAGE / ENLEVEMENT DU VEHICULE

1. REMORQUAGE

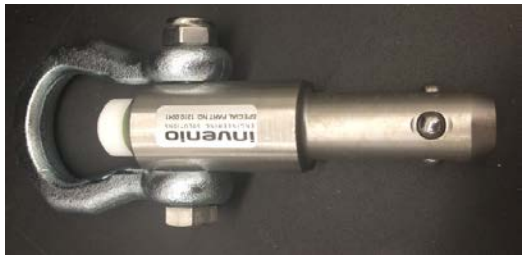
- Le véhicule peut être remorqué à l'aide de sangles disposées à l'avant ou à l'arrière, dans la mesure où le système se trouve en position « neutre »

- Des sangles de traction montées à demeure sur le véhicule, sont prévues à cet effet tant à l'avant qu'à l'arrière

⇨ **En aucun cas, le véhicule ne doit être touché ou déplacé, si les voyants sont ROUGES ou ETEINTS**

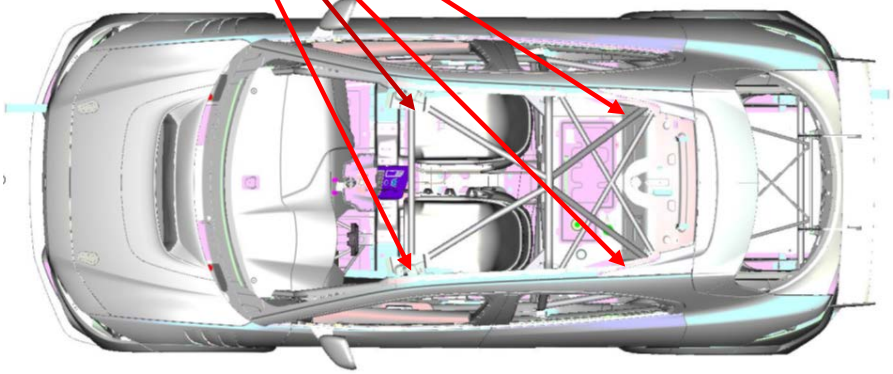
2. SOULEVER UNE JAGUAU i-PACE TROPHY

Insérer les œillets de levage et les douilles dans 4 emplacements de douilles sur le toit, prévus à cet effet



Avant levage, s'assurer :

- Que les douilles sont bien « ancrées »
  (Une bague témoin verte doit être apparente)
- Du bon positionnement des sangles et du portique



❑ *VOITURES DU « W.E.C. » (24 Heures du Mans)*

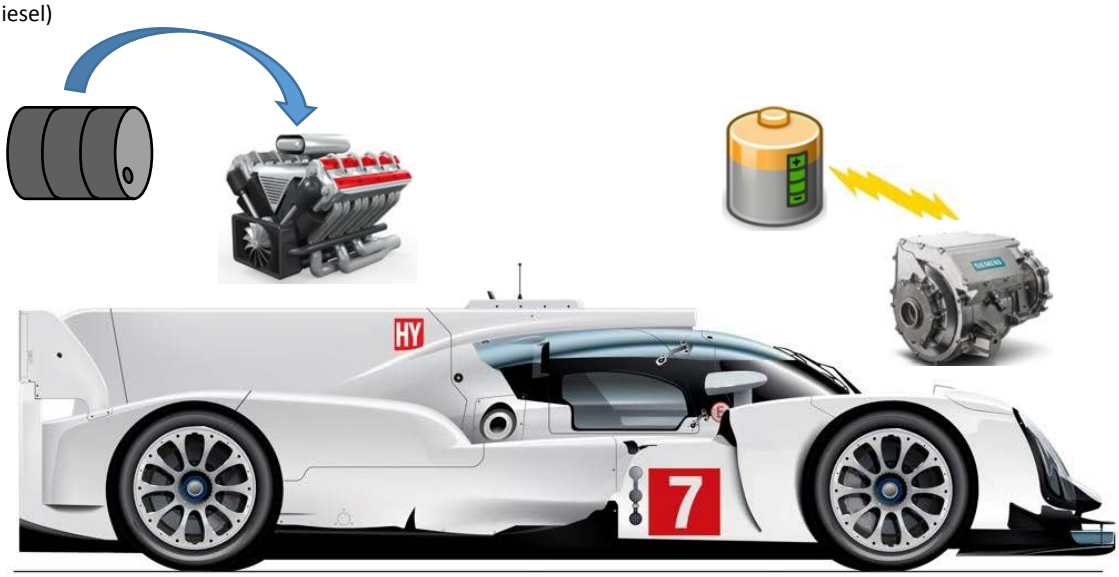
IDENTIFICATION

Immédiatement reconnaissables grâce au logo « **HY** » disposé :

- De part et autre de l'aileron de requin
- Sur le capot avant

PRINCIPE GENERAL

Ces voitures hybrides sont propulsées par un moteur thermique alimenté grâce un réservoir de carburant, dit fossile (Essence ou diesel)



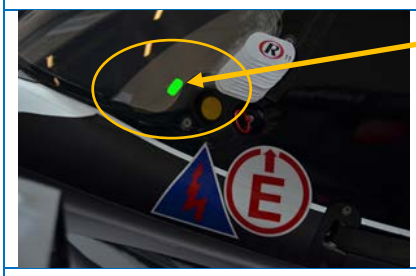
- Mais elles disposent également d'une autre source d'énergie,
  Sous forme d'un accumulateur (E.R.S.) alimentant un ou plusieurs moteurs (électriques)
- L'intérêt du système tient au fait que ces moteurs sont réversibles, Lorsque la voiture freine, de l'énergie repart dans la batterie et la recharge

❑ ***INTERVENTION***

Avant toute intervention,
Même si les risques demeurent limités, il est nécessaire malgré tout de s'accorder quelques instants de réflexions, (Quel type de voiture ai-je à faire, hybride, électrique…), avant d'intervenir

Aussi en cas d'incident, même anodin, avant même de sortir du poste et vous élancer vers la voiture, vos premières actions seront :

- D'avoir enfilé les gants diélectriques (**POUR VOTRE SECURITE**)
- De prévenir, informer la direction de course de l'évènement. (**PRIMORDIAL**)
  - N° poste,
  - N° de la voiture,
  - Etat du pilote,
  - Etat du véhicule,
  - Couleur des voyants
  - Préciser le type du véhicule (Pour le moment pour le WEC, en dehors des voitures à moteur thermique Seules des hybrides sont présentes)

	GREEN LIGHT	
	Le système électrique de la voiture est sécurisé (Fonctionnement normal) Avant toutes interventions, la DC doit être informée	**AUCUNE PRECAUTION PARTICULIERE N'EST A ENVISAGER** **CE SERA LE CAS, LE PLUS SOUVENT**
	RED LIGHT	
	Le système électrique n'est plus sécurisé Certaines pièces de la voiture peuvent être sous tension Avant toutes interventions, la DC doit être informée	**DANGER :** **TOUTES LES PRECAUTIONS DOIVENT ETRE PRISES**
	NO LIGHT	
	Le système électrique n'est peut-être plus sécurisé. Certaines pièces de la voiture peuvent potentiellement être sous tension Avant toutes interventions, la DC doit être informée	**DANGER :** **LES PRECAUTIONS PRISES DOIVENT ETRE MAXIMALES**
	BLUE LIGHT	
	Un haut niveau de décélération a été détecté Si ce voyant est allumé, le système aura tenté d'isoler le RESS Avant toutes interventions, la DC doit être informée Le médical peut être amené à intervenir	

⇨ **Il est prévu que ces voyants disposent d'une autonomie d'allumage durant 15 minutes**

⇨ **DANS TOUS LES CAS, NE PAS TOUCHER, COUPER, DEVISSER**

Tout ce qui est identifié par ce logo

NB : Bien entendu, vous aurez pris soin d'informer la D.C. de la situation et de son évolution.

- En cas d'intervention, mieux vaut par mesure de précautions, chausser les gants, même si les LEDS sont VERTS,
  Il nous a été remonté, que lors d'une intervention, les LEDS verts au début de l'intervention, sont passés soudainement au rouge
  Le sectionneur **« Neutral Hybride »** n'avait pas été actionné (Voir ci-après)

❑ *DANS TOUS LES CAS*

Vous serez peut-être le commissaire, le mieux positionné pour intervenir en premier, la voiture est peut-être une « hybride »

Avant toutes choses, pensez à votre propre sécurité :

- **Les gants diélectriques doivent être enfilés**
- **Assurez-vous qu'aucun élément métallique (sifflet, boucle ceinture…) ne soit susceptible d'entrer en contact avec la carrosserie**
- **songez à la règle des « 5 i »**

IDENTIFIER : De façon à rendre compte à la D.C (N° de la voiture)
INSPECTER : Etat du pilote, de la voiture, câbles trainant au sol, pièces pouvant se trouver potentiellement sous tension…
ISOLER : Si les circonstances l'exigent (Voyant rouge ou éteint)
IMMOBILISER : Caler, de façon que la voiture ne puisse bouger, si nécessaire
INTERDIRE : Par mesure de sécurité, à quiconque n'est pas équipé

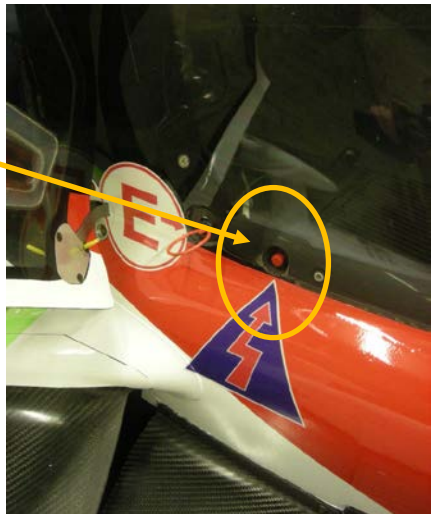
❑ *UNE VOITURE S'IMMOBILISE DANS LA ZONE DE VOTRE POSTE*

	Aucun voyant allumé
Système hybride défaillant Danger !!	Système hybride potentiellement défaillant

- Avant toute manipulation de votre part, demander au pilote de couper/isoler le système, s'il ne l'a pas déjà fait

Si impossibilité, ce sera à vous d'agir :

- Vous devrez pousser l'un des boutons « **NEUTRAL HYBRIDE** » identifié par le logo ci-contre, disposés chacun d'un côté de la voiture symétriquement à l'axe de la voiture



- Le fait d'agir sur ce bouton coupe tous les circuits électriques (Circuits auxiliaires et de puissance) et déconnecte la transmission

Cette action a pour effet, également de faciliter le déplacement de la voiture, si celle-ci est roulante

- L'usage d'un manche de drapeau comme intermédiaire peut contribuer et améliorer votre sécurité

NB : Ce poussoir est conçu de telle sorte qu'une fois actionné, le circuit de puissance ne puisse plus être remis en fonction
En cas de doute, la D.C. a toute autorité pour vous conseiller

❑ *DEPART DE FEU*

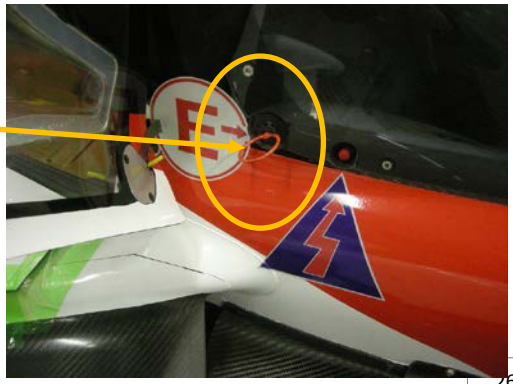
a) L'incendie est maitrisable

- Informer la DC par radio suivant les dispositions prévues dans le cadre des « 24heures Auto » :
  -Incendie niveau 1 : Signifie « Le poste maitrise seul »
- Utiliser l'extincteur le plus approprié à la situation, placé à votre disposition

b) L'incendie prend de l'ampleur ou la situation vous échappe

- Informer la DC, par radio suivant les dispositions prévues :
  -Incendie niveau 2 : Signifie « Le poste est en mesure de maitriser, mais la situation risque de lui échapper. Des moyens plus importants doivent être en alerte et envisagés
  Ou, si évolution
  - Incendie niveau 3 : Signifie « L'incendie n'est pas ou plus maitrisable ». Des moyens plus importants doivent être dépêches sur place
  Ce niveau peut être également utilisé dans le cas d'un emballement thermique survenant sur une voiture HY

- Chaque voiture est équipée d'un système d'extinction homologué, actionnable en cas d'urgence, par le pilote depuis l'intérieure de l'habitacle, ou par un dispositif manipulable par un commissaire depuis l'extérieure

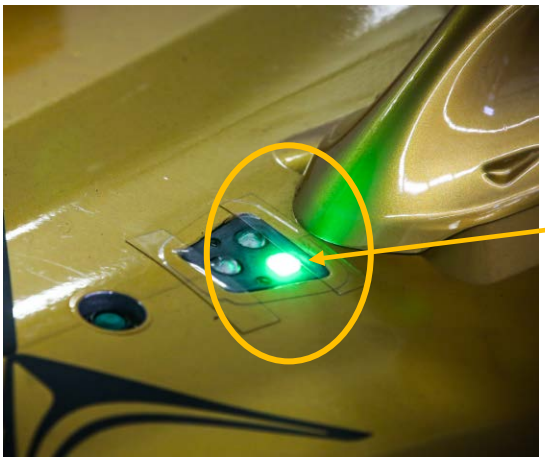


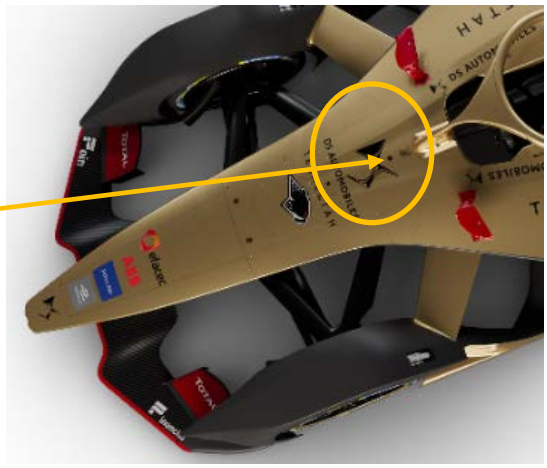
- Ce dispositif se présente en général sous forme d'un anneau (Ou boucle) pouvant être actionné (tiré) à distance par un doigt, crochet ou autre moyen (manche drapeau ou de balai…)

NB : En cas de doute, la D.C. a toute autorité pour vous conseiller
Si emballement thermique détecté dans le RESS, informer la D.C. qui prendra toutes les dispositions nécessaires et vous indiquera les mesures prendre, voire dépêchera une équipe spécialisée

❑ FORMULA E - GENERATION 2

- Le Championnat de Formule E est une série s'adressant à des véhicules monoplaces entièrement électriques.
- En conséquence, la plupart des aspects techniques de ces voitures sont différents de ceux des voitures équipées de moteurs thermiques traditionnels.
- Bien que l'électricité et des tensions relativement élevées soient impliquées, ces voitures ne présentent qu'un danger limité.
  Des mesures de sécurité élémentaires doivent toutefois être observées lors de leur manipulation.



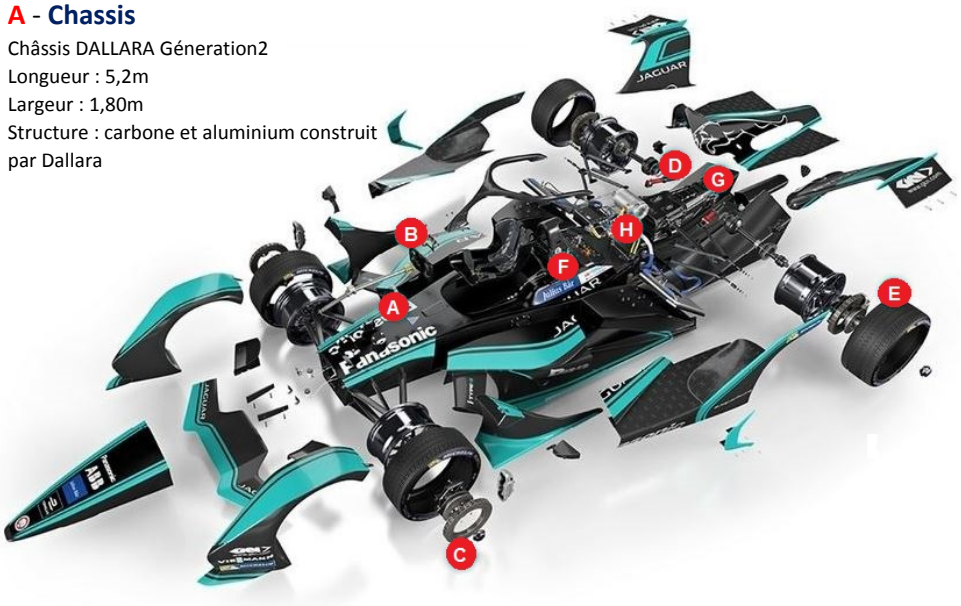


- Comme sur la génération précédente de voitures, le pack batteries participe à l'assemblage de la voiture
  Par conséquent, il n'est pas surprenant d'observer le LED **VERT**, allumé en permanence même dans les stands.
  Dans ce cas précis, panneau « **GREEN LIGHT** » est alors disposé sur la partie avant de la voiture afin de rappeler aux différents intervenants que la voiture est sous tension

1. STRUCTURE DE LA VOITURE

A - Chassis

Châssis DALLARA Géneration2
Longueur : 5,2m
Largeur : 1,80m
Structure : carbone et aluminium construit par Dallara



B - Direction

Système de direction à crémaillère non assistée
Tableau de bord intégré au volant

C - Freins

Action de freinage régénératrice du moteur électrique sur l'essieu arrière

D - Suspension

Amortisseurs avant et arrière à quatre voies réglables avec ondes de soufflage jaguar racing conçu et fabriqué à double triangulation et suspension arrière

E - Roues et Pneumatiques

Pneus Michelin 18 » adaptés au conditions de surface humide et/ou sèche
Jantes marque OZ

F - RESS

350 Kg, 52Kwh, Batterie au lithium-ion logée dans une coque de sécurité en fibre de carbone.

G - Boite de vitesse

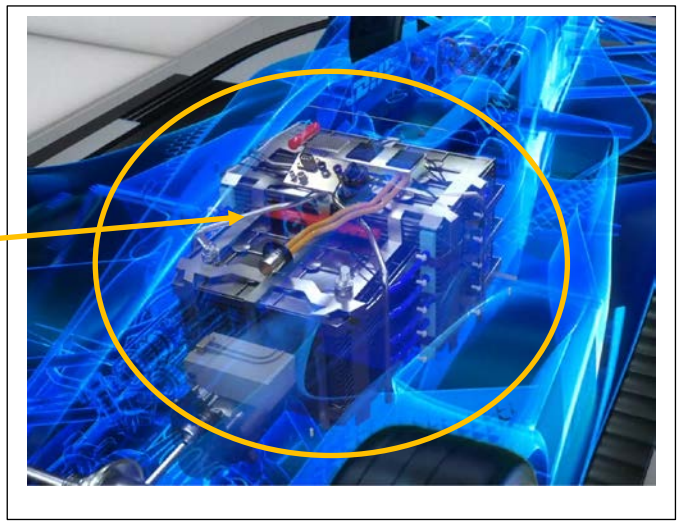
Boîte de vitesses légère à haut rendement Jaguar Racing

H - Groupe motopropulseur

Moteur électrique à courant alternatif à aimant permanent synchrone, puissance maxi 250kw de conception Jaguar Racing

2. PACK BATTERIES (R.E.S.S.)

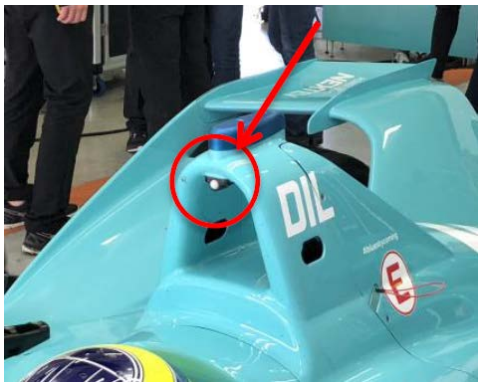
- La société **ATIEVA** positionnée dans la « Silicone Valley » en Californie, filiale de **LUCID MOTOR** , toutes les deux spécialisées dans la technologie des véhicules électriques ont conçu les packs batteries qui équipent toutes les écuries de formules e au moins durant la saison 2019/20
- **LUCID** a signé un accord de partenariat avec **SONY** pour la fourniture des cellules de petites taille et MCLAREN qui assure la logistique et le soutient aux écuries
- Le logiciel du système de gestion de la batterie (BMS) a également été créé entièrement en interne et garantit que le pack fonctionne pendant toute la saison sans dégradation significative
- Le pack batteries fait partie intégrante de la voiture.
- L'ensemble débite 900volts et permet maintenant d'éviter de « swaper » de voiture à mi-course



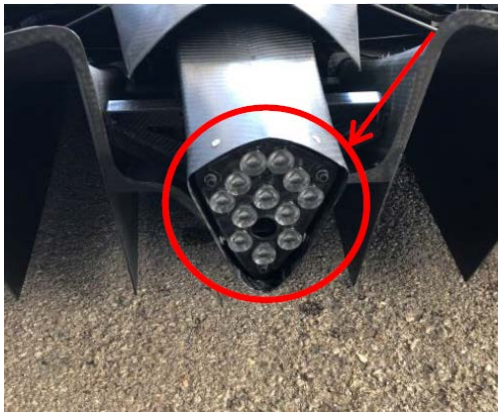
3. VOYANTS DE CONDITION

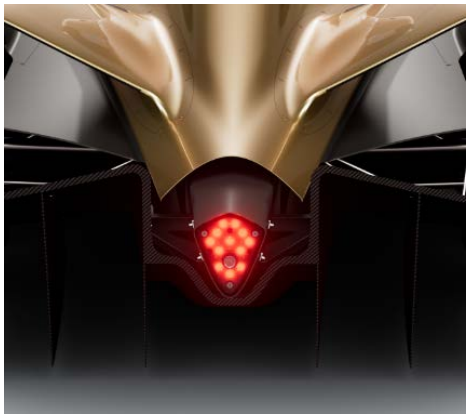
▪ L'allumage de « **voyants de condition** » indiquent que la voiture est en mesure de se déplacer et demeurent ainsi lorsque la voiture roule

⇨ Le LED blanc "**ON**" située au niveau de l'arceau derrière le copkpit indique que la voiture est en mesure de se déplacer



⇨ Idem concernant le LED rouge "**ON**" située à l'arrière de la voiture





▪ Le contact est mis, mais la voiture cale, les LED AV et AR vont se mettre à clignoter
La voiture peut être poussée et déplacée, sans risque particulier d'électrisation

▪ Lorsque ce problème survient sur la grille, la voiture doit être protégée par drapeau(x) **JAUNE**(s) suivant la procédure habituelle

❑ EN CAS D'INCIDENT/ACCIDENT

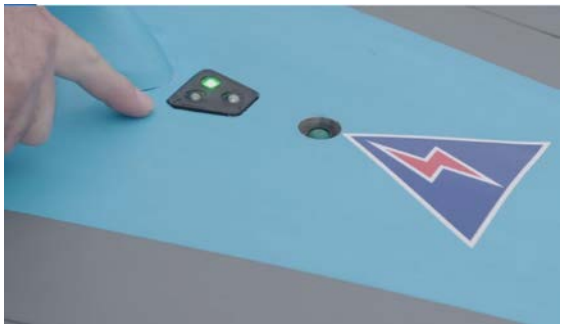
⇨ Eléments de message à transmettre vers la Direction de Course

- N° poste,
- N° de la voiture,
- Etat du pilote,
- Etat du véhicule,
- Couleur des voyants

5. DETAILS DES VOYANTS DE SECURITE (SAFETY LIGHTS)

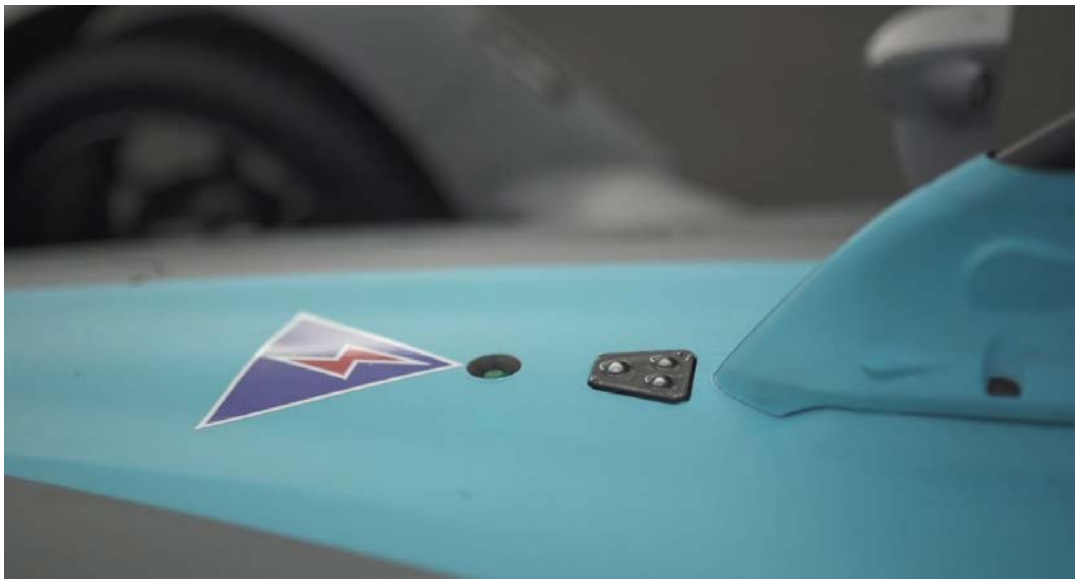
Toutes les voitures sont équipées de LEDS de sécurité :

- En état de fonctionnement durant toute l'épreuve même si un élément électrique, hydraulique ou pneumatique tombe en panne
- Orientés vers le haut et sont encastrés dans la partie supérieure de la cellule de survie, à 200 mm maximum de l'axe de la voiture et de l'avant de l'ouverture de l'habitacle
- Demeurent allumés durant au moins 15 minutes après activation du coupe-circuit général.
- Portent un symbole "**HAUTE TENSION**" à proximité



GREEN LIGHT	***BLUE LIGHT***	***RED LIGHT***	***RED & BLUE LIGHT***	***GREEN & BLUE LIGHT***
Le système électrique de la voiture est sécurisé (Fonctionnement normal) ***Attention*** : Consécutivement à accident, le LED peut changer d'état en quelques secondes	Un haut niveau de décélération a été détecté Si ce voyant est allumé, le système aura tenté d'isoler le RESS	Le système électrique n'est plus sécurisé Certaines pièces de la voiture peuvent être sous tension	Le système électrique n'est plus sécurisé Certaines pièces de la voiture peuvent être sous tension Un haut niveau de décélération a été détecté	Le système électrique de la voiture est sécurisé (Fonctionnement normal) Un haut niveau de décélération a été détecté
Toutes procédures d'intervention peuvent être appliquées	Avant toutes interventions, la DC doit être informée Le médical peut être amené à intervenir	Avant toutes interventions, la DC doit être informée Les interventions doivent être réalisées avec toutes les précautions 	Avant toutes interventions, la DC doit être informée Les interventions doivent être réalisées avec toutes les précautions Le médical peut être amené à intervenir 	Avant toutes interventions, la DC doit être informée Toutes procédures d'intervention peuvent être appliquées Le médical peut être amené à intervenir

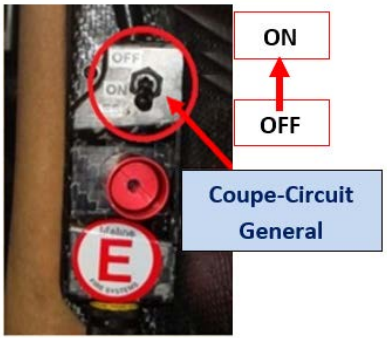
⇨ ***RAPPEL :*** **POUR VOTRE SECURITE, SI LES LEDS SONT ETEINTS OU NON PLUS VISIBLES OU SI LE LED ROUGE REPASSE AU VERT LA VOITURE DEVRA ETRE TRAITEE SELON LA NORME «RED INSTRUCTIONS »**



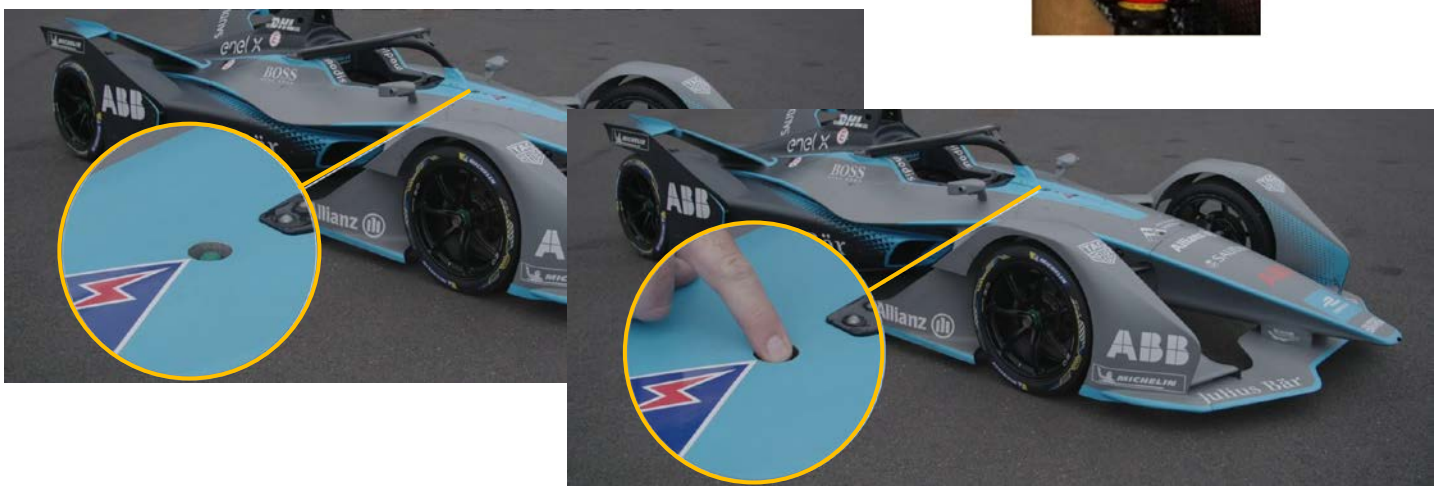
❑ INCIDENT / ACCIDENT

Une voiture est stoppée dans la zone d'action de votre poste (panne, accident…etc.).

⇨ Demandez au pilote, de bien vouloir couper le contact en agissant sur le coupe circuit situé dans son habitacle



- Dans le cas contraire, ce sera à vous de le faire en appuyant sur le « Master Switch » disposé sur le capot avant devant l'habitacle et identifié par :



- Cette manœuvre aura pour effet d'isoler tous les circuits électriques (circuits auxiliaire et de puissance) et déconnecter la transmission. Mais faciliter, également le déplacement de la voiture, si toutefois, celle-ci est roulante

- L'usage d'un manche de drapeau comme intermédiaire peut contribuer et améliorer votre sécurité

NB : Le « Master Switch » est conçu de telle sorte qu'une fois actionné, le circuit de puissance ne puisse plus être remis en fonction
En cas de doute, la D.C. a toute autorité pour vous conseiller

RAPPEL : POUR VOTRE SECURITE, IL SERA PREFERABLE D'ENFILER VOS GANTS DIELECTRIQUES LORS DE CE TYPE D'INTERVENTION

❑ DEPART DE FEU

Trois cas possibles

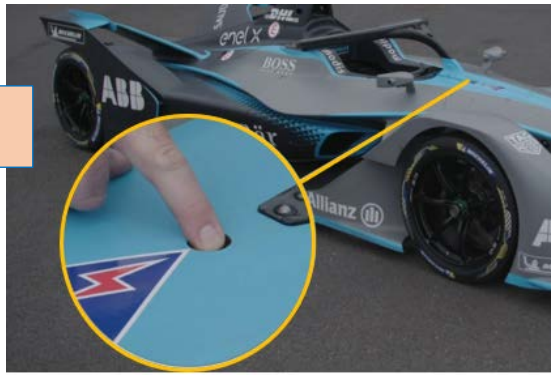
a) Ainsi que vous vous en doutez, il n'y a pas de réservoir de carburant
Les risques « incendie », comme ceux habituellement rencontrés, sont par conséquent limités.
(Feu dans un étrier de frein, par ex.)

- Informer la DC et indiquer si vous êtes en mesure de traiter le départ de feu
- Utiliser le (ou les) extincteur(s) le(s) plus approprié(s) à la situation, placé(s) à votre disposition dans le poste

b) De la fumée s'échappe de la partie arrière de la voiture, signe d'un court-circuit survenant dans la partie « moteur »

⇨ Demandez au pilote, de bien vouloir couper le contact en agissant sur le coupe circuit situé dans son habitacle

- Si cela n'est pas possible, ce sera à vous de le faire en appuyant sur le Master Switch disposé sur le capot avant comme vu précédemment



Inutile d'ajouter que le port des gants diélectriques est recommandé

1.L'incendie est maitrisable

- Informer la DC et indiquer si vous êtes en mesure de traiter ce départ de feu
- Utiliser les extincteurs appropriés à la situation, placés à votre disposition dans le poste

2. Le feu prend de l'ampleur - La situation risque de vous échapper

- Le déclenchement de l'extincteur embarqué sera opéré directement par le pilote depuis son habitacle
- Le pilote n'est pas ou plus en mesure d'agir ou le feu prend une certaine importance
- Informer la DC que des moyens plus importants doivent être en alerte et envisagés
- L'action sur les boucles situées de part et autre du RESS, déclenchera l'extincteur embarqué, et devrait assurer l'extinction d'un feu électrique survenant dans la partie « Moteur »

c) Suspicion d'emballement thermique

(Bruits anormaux, fumées suspectes sortant directement derrière le poste de pilotage, odeurs, élévation anormale de la température…)

- L'emballement thermique, ainsi que nous l'avons vu antérieurement, est une réaction exothermique dont l'effet se caractérise par une montée en température du pack batteries

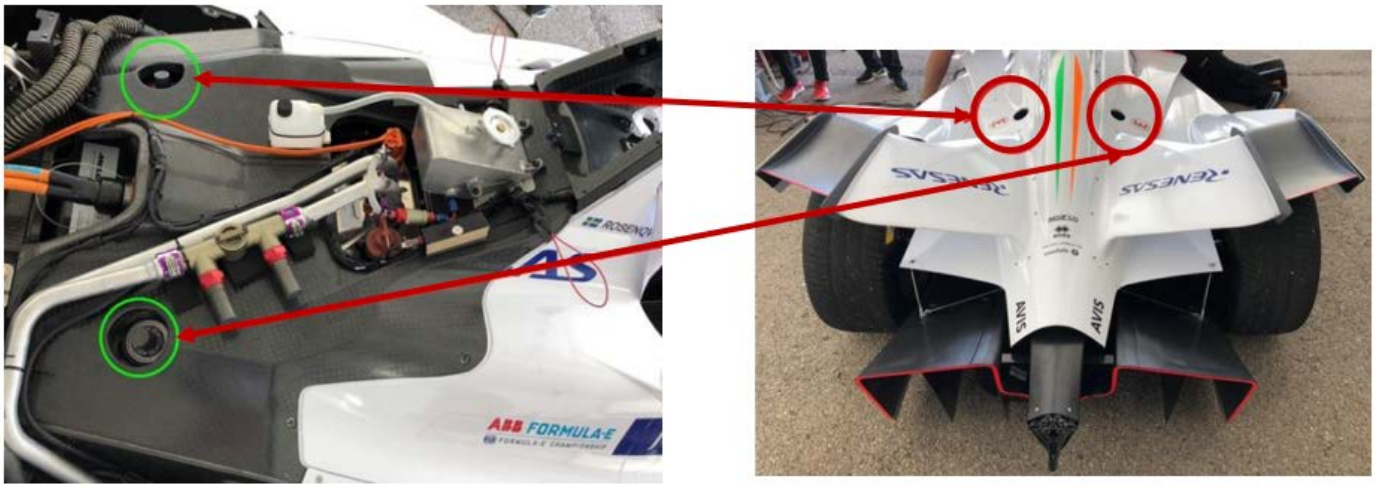
  Cet emballement peut être :
  - Spontané,
  - Suite à un choc,
  - Suite à un court-circuit

Un emballement thermique établi, atteint une température proche de 100°C, d'où une odeur de brûlé et un dégagement de fumée.

⇨ **Une fois amorcé, le processus est quasi irréversible et peut durer plusieurs jours.**

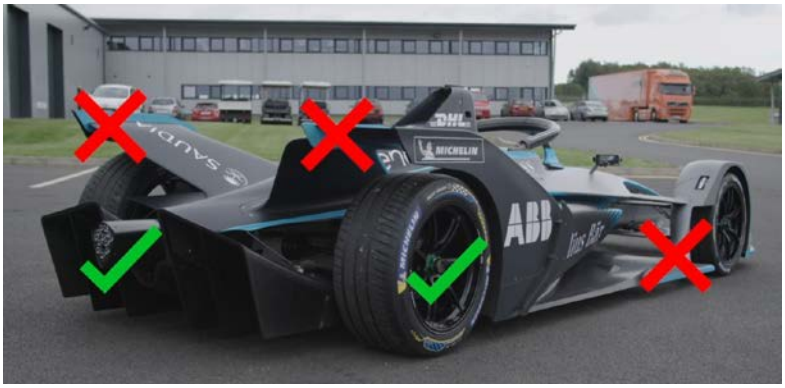
L'électronique, les sécurités embarquées, voire le pilote, auront détectés avant vous le « problème » et auront déjà fait le nécessaire pour isoler le pack batteries.

Malgré cela, vous devez informer la D.C. de cet état de fait, qui réclamera l'intervention du « **RESCUE TEAM** », lequel mettra tout en œuvre pour tenter d'enrayer cet emballement thermique et sauver ce qui peut l'être



Le fait de noyer le pack batterie ralentit la réaction chimique, **mais ne le stoppe pas tant que la totalité de la réaction ne s'est pas réalisée**

❑ *DEPLACER -TRACTER UNE FORMULE E*



a) Déplacer

Une voiture de ce type se déplace pas n'importe comment
Pour bien l'appréhender et ne pas dérègler,
déformer ou casser quelque chose,
il convient de placer ses mains à des endroits prédéfinis.

⇨Une formation est dispensée aux commissaires, dans le cadre des épreuves

b) Tracter

1. Par l'arrière

Dans la mesure où la voiture est roulante

- Passer une sangle de chaque côté, sur les barres anti rapprochement

NB : Pour votre sécurité, cette opération est à effectuer que si le LED est **VERT**, que le « Master Switch » a été activé (Contact coupé) et que vos gants diélectriques sont effilés… contrairement au Mécanicien présent sur la photo

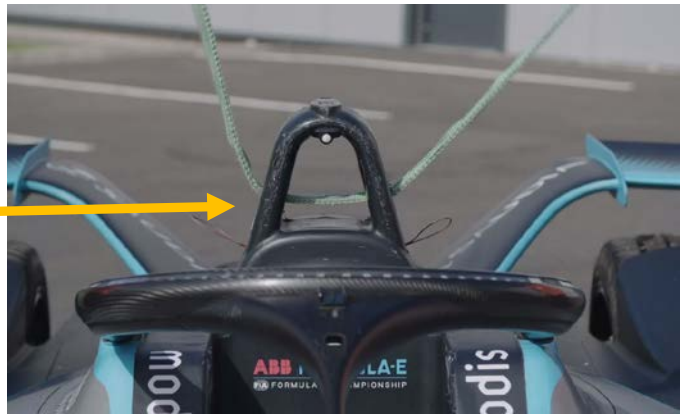
2. Par l'avant

Dans la mesure où la voiture est roulante

Comme précédemment, passer une sangle de chaque côté du véhicule

NB : Pour votre sécurité, cette opération est à effectuer que si le LED est **VERT**, que le « Master Switch » a été activé (Contact coupé) et que vos gants diélectriques sont effilés… contrairement au Mécanicien présent sur la photo

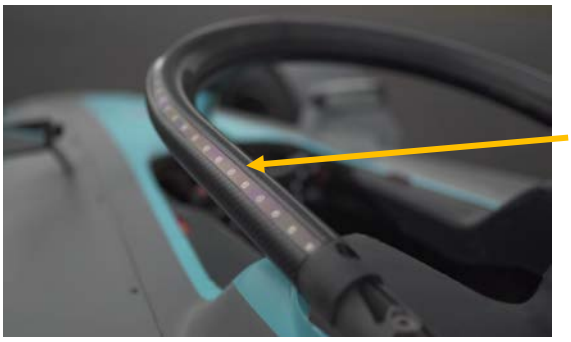
❑ SOULEVER UNE FORMULE E



- Passer une sangle appropriée dans le trou situé à la base de l'arceau

❑ POUR TERMINER

Ainsi que vous avez pu le constater, le cockpit des Formules Electriques « génération 2 » est équipé d'un halo.



- Ce halo est équipé de LEDS qui s'allument pour informer les Médias en fonction du mode dans lequel se trouve la voiture

BLEU = Mode « ATTAQUE *»

MAGENTA = FAN BOOST

*En français dans le texte