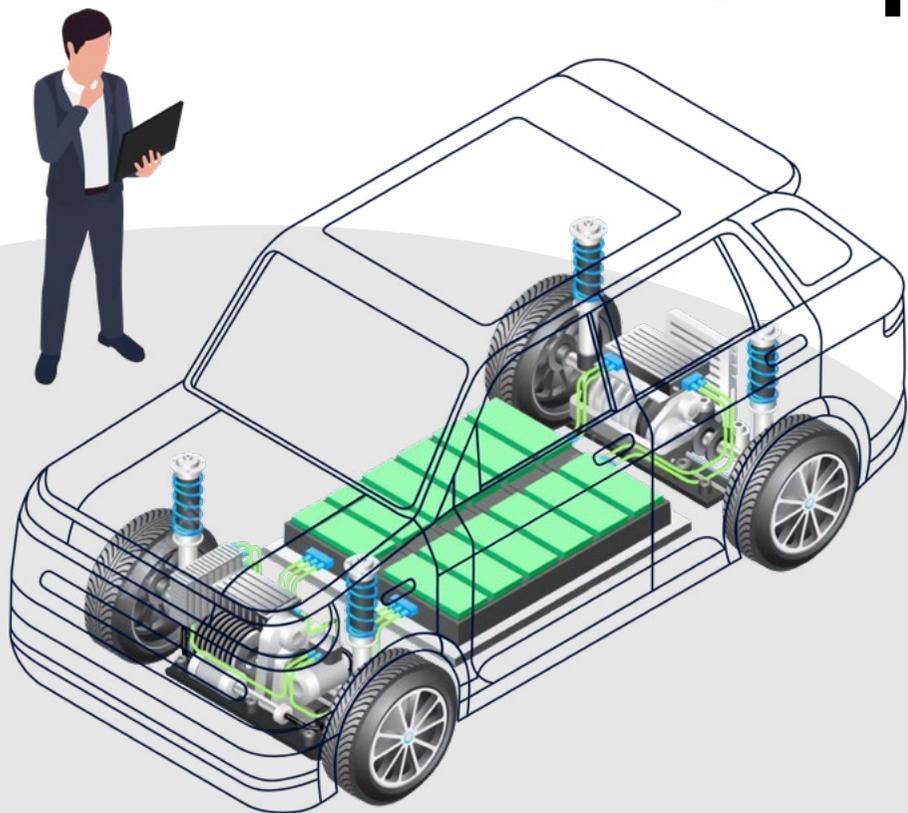


# Guide



## De bonnes pratiques de l'Expert·e en Automobile

Dans le cadre de l'expertise des **véhicules électriques** ou **hybrides**.



**FORMATION CONSEIL**  
ORGANISME DE FORMATION CERTIFIÉ

Version 1 - Mars 2023

# Sommaire

## I. Introduction et objectifs

## II. Règles de sécurité

### A. Norme NFC 18-550

### B. Les zones d'intervention

1. Zone d'approche prudente
2. Zones à risques en présence d'une PNST

## III. Niveaux d'habilitation et interlocuteurs

### A. BOL « Chargé de réparation » ou « Exécutant » non électricien

### B. B2XL « Dépanneur – Remorqueur »

### C. B2XL « Epaviste déconstructeur »

### D. B2L « Chargé de Travaux » ou B1L « Exécutant électricien »

### E. B2VL « Chargé de travaux » ou B1VL « Exécutant électricien »

### F. BCL « Chargé de consignation »

### G. B2TL « Chargé de travaux » ou B1TL « Exécutant électricien »

### H. Synthèse



## IV. Expertiser en toute sécurité

### A. Règles de base de la sécurité du véhicule électrique

### B. Etapes à respecter lors d'une expertise

### C. Identifier le véhicule, la batterie et les démarches à suivre

1. Est-ce un véhicule électrique ou hybride, rechargeable ou non ?
2. Architecture classique d'un véhicule électrique ou hybride
3. Identification des batteries et démarches à suivre

### D. Situations dangereuses pouvant être rencontrées

1. Défaut d'isolement sur le véhicule
2. Emballement thermique de la batterie suite à un choc
3. Incendie d'un bâtiment lors de la charge d'un véhicule électrique

## V. Gestion des batteries

### A. Normes de sécurité des batteries

### B. Transport d'une batterie

### C. Récupération des batteries en matière de recyclage

## VI. Définitions

03

04

04

05

05

05

06

06

06

06

07

07

07

08

08

09

09

10

11

11

13

14

16

16

17

17

18

18

18

20

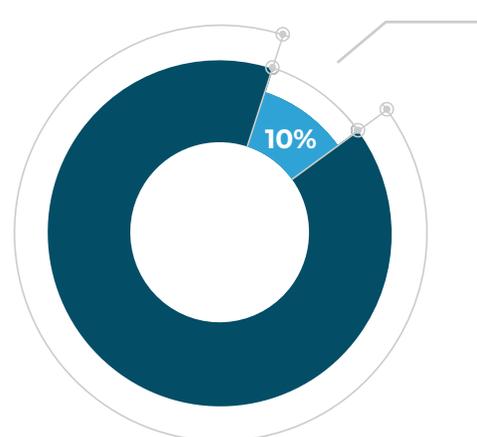
21



# I. Introduction et objectifs

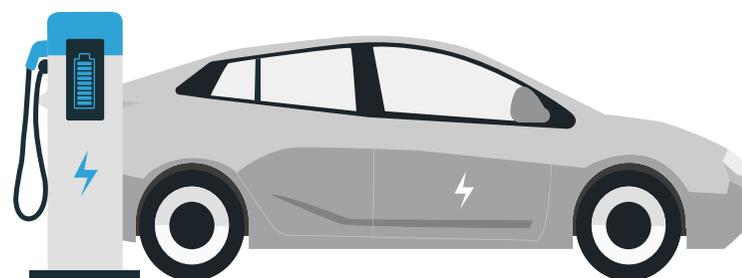
Attention, le présent guide des bonnes pratiques de l'Expert-e en automobile n'est pas exhaustif et reste à destination des expert-e-s en automobile ayant suivi, au préalable, la formation BEL/B2XL Expertise auto. Il est délivré en l'état actuel des connaissances et ne saurait prévaloir sur une quelconque règle ou norme qui interviendrait postérieurement. Il ne saurait anticiper une quelconque modification de la réglementation et ne se substitue pas à la mise à jour des connaissances.

**L'année 2022 puis 2023 actent l'installation du véhicule électrique dans le paysage automobile français.**



**VENTES DE  
VÉHICULES NEUFS**

## Véhicules électriques



La part de vente des véhicules neufs électriques dépasse largement 10% et, fait historique dépasse celle des véhicules diesel.

Toutefois, cette hausse étant récente, les véhicules électriques ne représentent à ce jour que 1% du parc automobile roulant. L'objet de ce document est de rassembler les principales informations que doit avoir à sa connaissance un-e expert-e en automobile dans le cadre de l'expertise des véhicules électriques ou hybrides.

## A savoir :

- Un rappel des règles de sécurité à respecter dans le cadre d'une expertise automobile sur un véhicule électrique ou hybride.
- L'identification des batteries et les démarches à suivre.
- Les exigences de la norme NFC 18-550 qui concernent l'habilitation électrique.
- Les niveaux d'habilitation des différents interlocuteurs : chargés de réparation, dépanneurs et épavistes déconstructeurs.
- L'état des connaissances concernant le devenir des batteries en matière de transport, recyclage et un éclairage sur le « passeport batterie » qui entrera en vigueur en 2026.
- Une base technique du véhicule électrique ou hybride.



## II. Règles de sécurité

### A. Norme NFC 18-550

La norme NFC 18-550 d'août 2015 est le document qui définit les règles de sécurité qui se matérialisent par l'habilitation électrique pour les salarié-e-s.

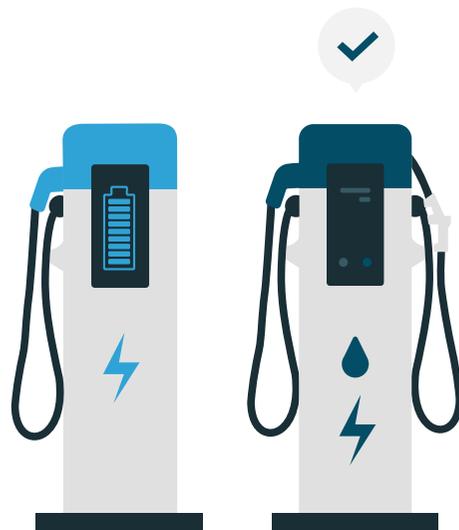


Les règles de sécurité contraignantes concernent les véhicules dont :



- **La source de tension principale (traction) est supérieure à 60V ou la capacité de batterie est supérieure à 180 Ah.**

En plus de la plupart des véhicules électriques (la Citroën AMI n'est pas concernée), les véhicules « full hybrid » et « hybrides rechargeables » entrent dans cette catégorie.



## B. Les zones d'intervention

### 1. La zone d'approche prudente

La zone d'approche prudente entoure de **30 cm** une canalisation électrique isolée (de couleur orange).



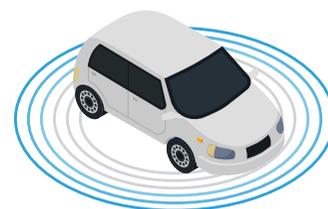
Une analyse systématique du risque devra être menée dans cette zone :

- Éviter si possible tout contact inutile.
- Examen du niveau de risque en fonction de l'activité à mener dans la zone.
- Cette zone a des implications en termes de consignation à effectuer en fonction de la nature des travaux à effectuer et du niveau d'habilitation du réparateur.
- Dans tous les cas, à l'intérieur de la zone d'approche prudente, si la réparation implique un risque de dégradation de la canalisation ou d'un organe haute tension, une dépose sera obligatoire (par un B2L) après consignation (par un BCL).

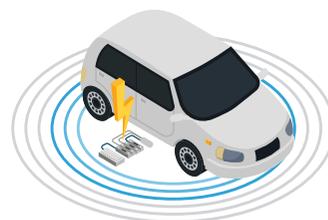
### 2. Zones à risques en présence d'une Pièce Nue Sous Tension (PNST)

On considère qu'il y a pièce nue sous tension si l'étanchéité est inférieure IP2X (dont IP 2B) : on peut l'atteindre avec un doigt.

3 zones son définies :



**Zone 0** : zone d'investigation, qui se trouve au-delà du véhicule.



**Zone 1** : zone de voisinage simple au-delà de 30 cm d'une pièce nue sous tension jusqu'au périmètre du véhicule.



**Zone 4** : zone des opérations électriques basses tension : 30 cm autour d'une pièce nue sous tension.

L'expert·e automobile n'est pas autorisé·e à aller dans la zone 4. Un véhicule très accidenté non consigné peut présenter des pièces nues sous tension tant que la consignation n'est pas effectuée.

## III. Niveaux d'habilitation et interlocuteurs

### A. BOL « Chargé de réparation » ou « Exécutant » non électricien

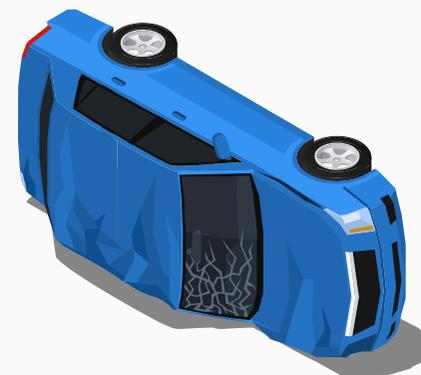
Typiquement chef d'atelier, il devra être en mesure de mener une analyse de risque sur le véhicule en fonction des tâches à mener. Cela pourra par exemple impliquer une consignation, dont la pertinence sera validée par l'expert·e automobile.

### B. B2XL « Dépanneur - Remorqueur »

Il devra transporter le véhicule accidenté en toute sécurité pour lui-même et les autres. Selon son analyse de risque, si une mise en sécurité ou consignation n'est possible, il devra manipuler le véhicule avec tous les EPI. Il devra respecter les zones de stockage du véhicule lors de sa mise en quarantaine.

### C. B2XL « Epaviste déconstructeur »

Il sera en mesure de déposer la batterie et de la stocker de manière adéquate lorsque le véhicule sera en fin de vie. On notera qu'un coût de recyclage ne peut pas être réclamé car à la charge du constructeur.



## D. B2L « Chargé de travaux » ou B1L « Exécutant électricien »

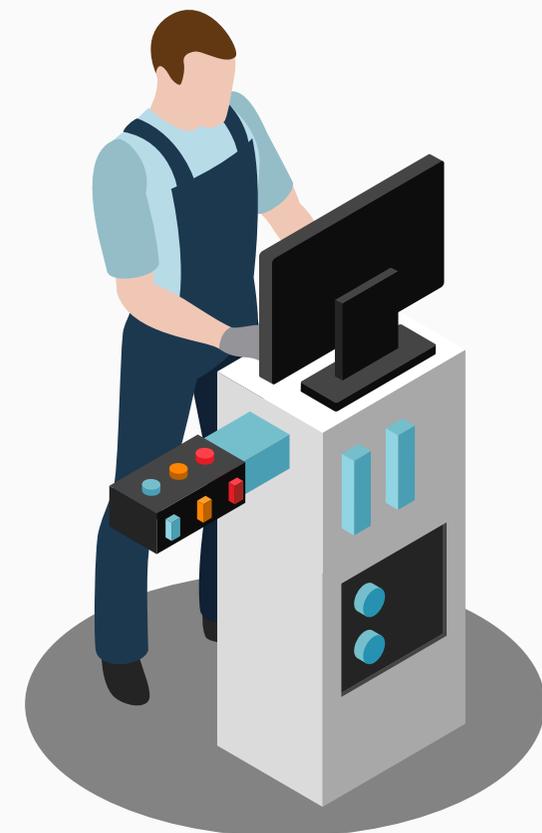
Technicien habilité à intervenir sur la partie Haute Tension du véhicule (mais hors tension). Le plus souvent, ce sont des techniciens (en général chez le concessionnaire) qui ont suivi la formation du constructeur ou qui ont obtenu l'accord du constructeur pour intervenir sur cette partie. Typiquement, le B2L sera le chef d'atelier alors que le B1L sera en charge de réaliser l'intervention.

## E. B2VL « Chargé de travaux » ou B1VL « Exécutant électricien »

Technicien habilité à intervenir à moins de 30 cm d'une pièce nue sous tension sans contact. Le plus souvent, ce sont des techniciens (en général chez le concessionnaire) qui ont suivi la formation du constructeur ou qui ont obtenu l'accord du constructeur pour intervenir dans cette zone. Typiquement, le B2VL sera le chef d'atelier alors que le B1VL sera en charge de réaliser l'intervention.

## F. BCL « Chargé de consignation »

En plus de son niveau d'habilitation BCL, le technicien chargé de réaliser la consignation devra avoir en sa possession la procédure d'habilitation du constructeur, avec son accord. Cela implique que, dans la majorité des cas, la consignation ne peut pas être réalisée en dehors du réseau.



## G. B2TL « Chargé de travaux » ou B1TL « Exécutant électricien »

Toutes les interventions sur la partie haute tension sont réalisées après consignation, donc hors tension. En pratique, les travaux sous tension sont très rares : ce niveau d'habilitation très spécifique est peu utilisé, car ne concerne que la manipulation de modules de batteries dont la tension est supérieure à 60V / capacité supérieure à 180Ah. Ce niveau est nécessaire dans les centres de réparation de batteries haute tension.

## H. Synthèse

Niveau d'habilitation	Hors tension	Voisinage (moins de 30 cm d'une pièce nue sous tension)	Travaux ou nettoyage sous tension
Non électricien	BOL « Chargé de réparation » (non électricien) ou « exécutant »		
Exécutant électricien	B1L	B1VL	B1TL
Charge de travaux	B2L	B2VL	B2TL
Chargé d'opérations spécifiques	BEL Essais		
Chargé d'entretien, d'intervention ou de dépannage	BRL : Peut effectuer en plus des mesures + essais + consignation pour lui-même		
Chargé de mise en sécurité	BCL		
Spéciale	B2XL / B1XL : Dépannage-remorquage, déconstruction, expertise auto (aussi BEL), service de secours, opération batterie, contrôle technique		

## IV. Expertiser en toute sécurité

### A. Les règles de base de la sécurité du véhicule électrique

Les constructeurs mettent tout en œuvre pour assurer un niveau de sécurité maximale du véhicule électrique et hybride.

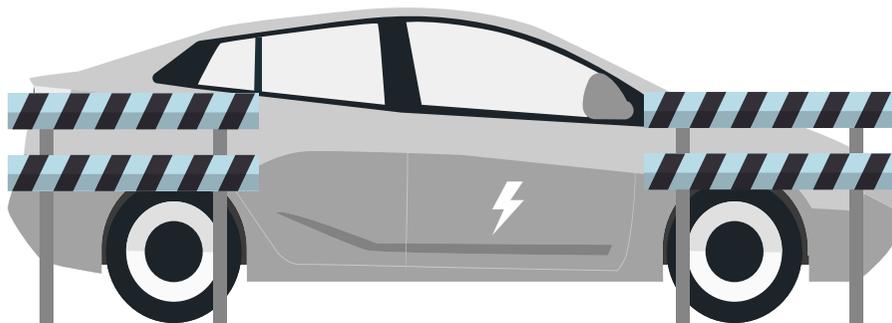
Un tel véhicule n'est donc pas censé présenter de danger pour l'utilisateur y compris dans le cas de défaillances mineures.

Néanmoins, ce risque est plus élevé lorsque le véhicule est sous tension ou en charge.



**L'expert·e veillera toujours à ce que le véhicule soit hors tension.**

En fonction de l'analyse de risque, l'expert·e devra faire mettre hors tension ou faire procéder à une consignation véhicule par un technicien habilité BCL en possession de la procédure de consignation du véhicule.



## B. Etapes à respecter lors d'une expertise

Extrait de la NF C 18-550 concernant l'expertise auto :

- *L'opérateur chargé de réaliser l'expertise d'un véhicule/engin doit être formé et informé pour éviter les dangers que peut présenter le risque électrique dans l'exercice de son activité;*
- *Il doit être habilité symbole B2XL « Expertise auto ». Il ne doit pas pénétrer dans la zone 4 (cf. page 5);*
- *En cas d'expertise d'un véhicule/engin présentant un risque électrique, l'opérateur chargé d'expertiser le véhicule/engin doit : s'identifier auprès du Chef D'établissement ou du Chargé d'exploitation électrique et présenter son titre d'habilitation ou son avis de formation;*
- *Analyser, avant expertise, le risque électrique en lien avec le Chargé de réparation, le Chargé de travaux ou le Chargé d'exploitation électrique;*
- *Demander l'attestation de consignation ou de mise hors tension du véhicule/engin dans le cas où le Chef d'établissement ou le Chargé d'exploitation électrique a jugé après analyse du risque électrique cette opération nécessaire;*
- *Expertiser le véhicule/engin en accord avec le Chargé de réparation, le Chargé de de travaux ou le Chargé d'exploitation électrique de l'établissement.*





## Les types d'énergies électriques :

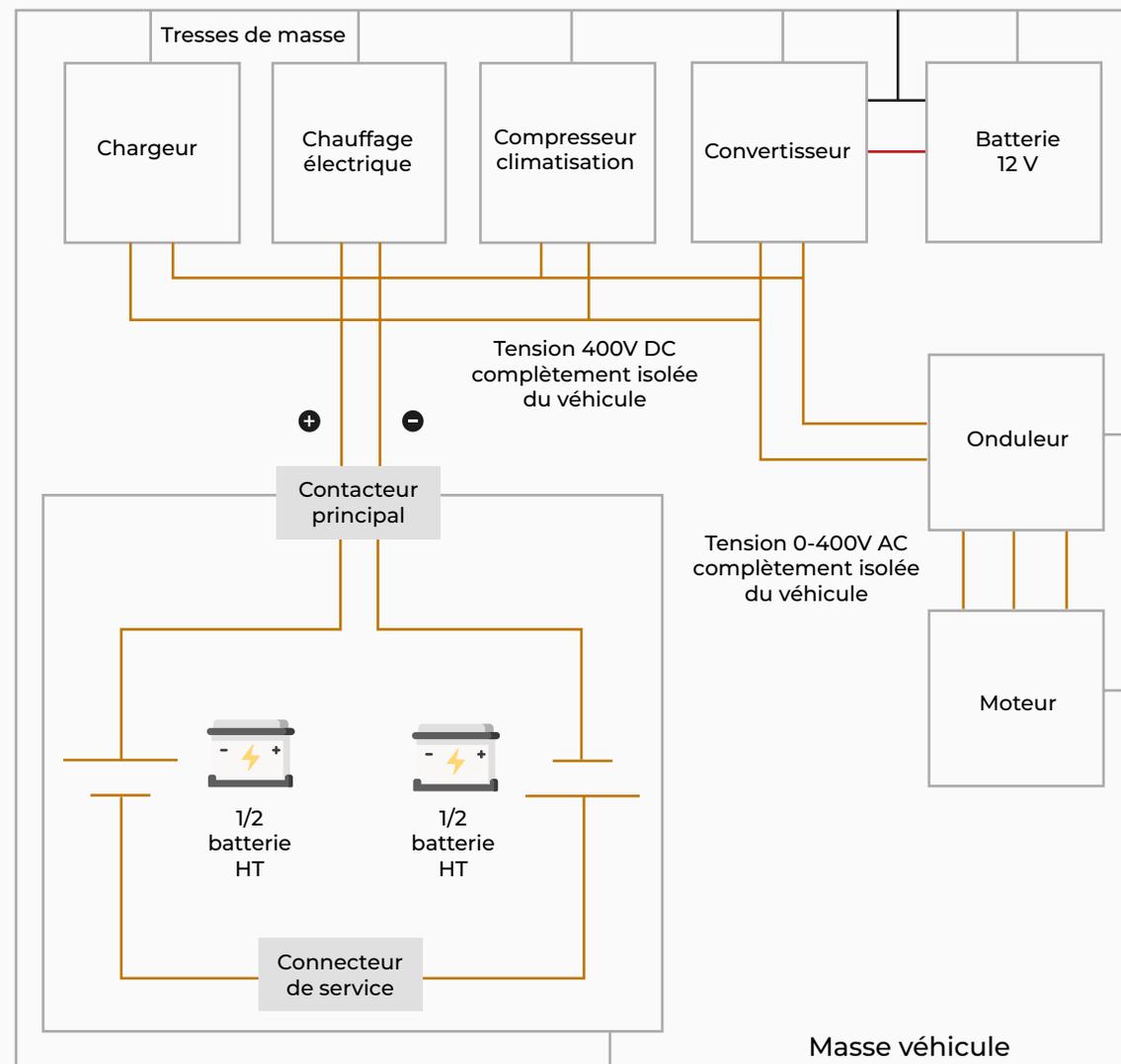
EE	Essence électricité (hybride rechargeable)
EL	Electricité
EH	Essence-électricité (hybride non rechargeable)
EM	Bicarburant essence-gaz naturel et électricité (hybride rechargeable)
EP	Bicarburant essence-gaz naturel et électricité (hybride non rechargeable)
EQ	Bicarburant essence-GPL et électricité (hybride non rechargeable)
ER	Bicarburant essence-GPL et électricité (hybride rechargeable)
FL	Superéthanol-électricité (hybride rechargeable)
GL	Gazole-électricité (hybride rechargeable)
GH	Gazole-électricité (hybride non rechargeable)
GM	Mélange de gazole et gaz naturel (dual fuel) et électricité (hybride rechargeable)
GQ	Mélange de gazole et gaz naturel (dual fuel) et électricité (hybride non rechargeable)
H2 (si pile à combustible)	Hydrogène
NE	Gaz naturel-électricité (hybride rechargeable)
NH	Gaz naturel-électricité (hybride non rechargeable)
PE	Monocarburant GPL-électricité (hybride rechargeable)
PH	Monocarburant GPL-électricité (hybride non rechargeable)

## 2. Architecture classique d'un véhicule électrique ou hybride

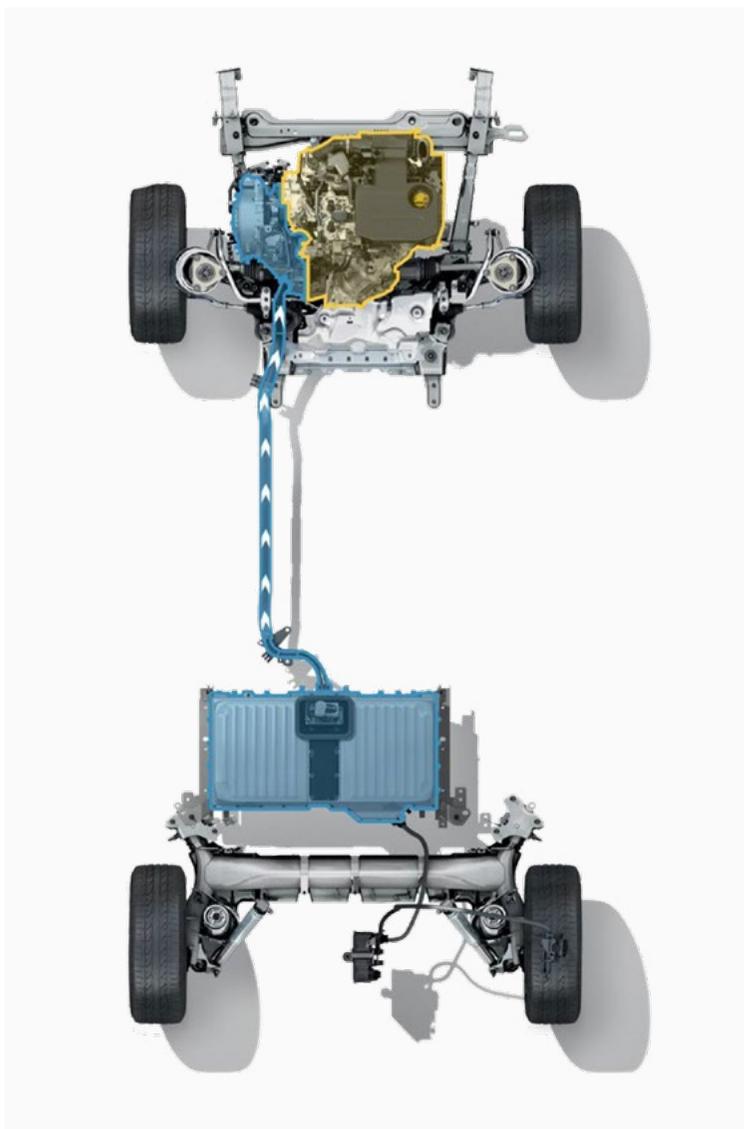
Le véhicule électrique comporte à la base 5 éléments principaux :

- **La batterie de traction** d'une tension pouvant aller à plus de 800V (pour les véhicules acceptant les charges ultrarapides jusqu'à 400 kVA), mais plus couramment de 300 à 500 V (continu).
- **L'onduleur** (nommé aussi variateur ou driver) : qui transforme la tension continue de la batterie en une tension alternative triphasée pour alimenter le moteur.
- **Le moteur électrique triphasé**, synchrone ou asynchrone.
- **Le convertisseur** qui alimente la batterie de servitude (12V) à partir de la batterie de traction.
- **Le chargeur** qui alimente la batterie de traction continue à partir de la tension réseau (230V monophasé ou 400V triphasé, sinusoïdal 50Hz).

L'architecture type est la suivante :



Pour une voiture hybride, les architectures sont très différentes entre elles. Dans le cas de la technologie hybrid4, le véhicule embarque un GMP thermique sur le train avant et un **GMP électrique à l'arrière, avec toutes les fonctionnalités d'un véhicule électrique, donc les mêmes risques électriques.**



### 3. Identification des batteries et démarches à suivre





Electrique

$U \leq 60V$  CC  
et  $C \leq 180V$  Ah



Pas d'habilitation



**Citröen AMI**  
 $U = 48V$   
 $C = 120$  Ah

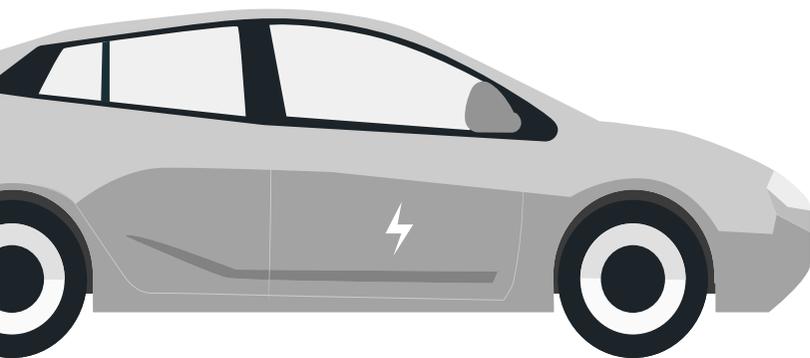
$U > 60V$  ou  
 $C > 180V$  Ah



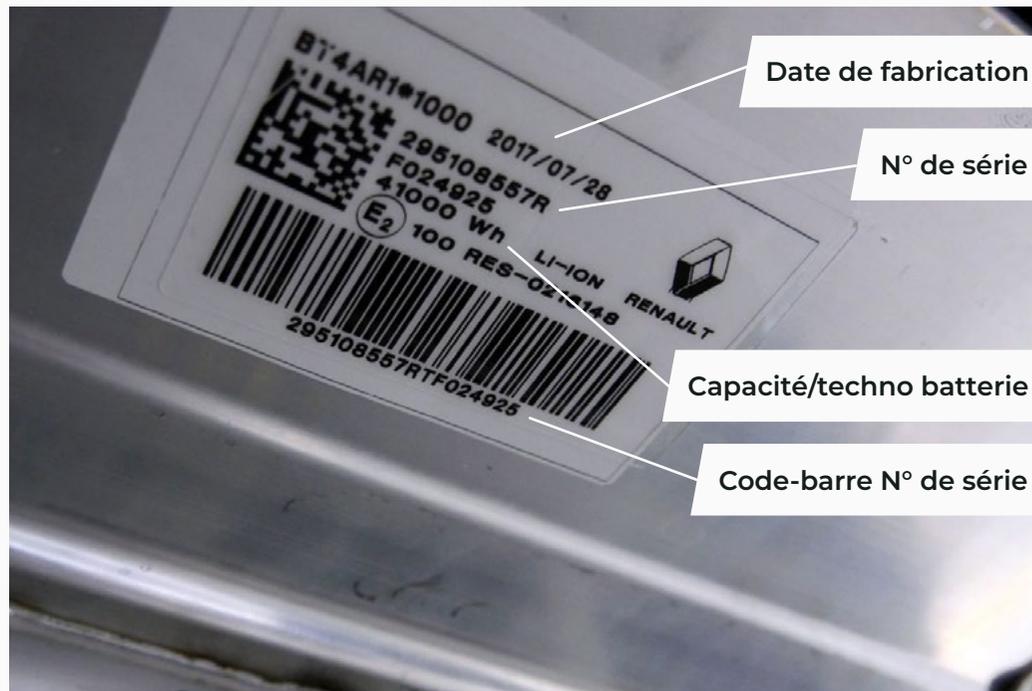
Habilitation nécessaire  
pour l'expert-e auto et  
le réparateur



**Batterie ZOE :**  
 $U = 400V$   
 $C = 130$  Ah  
 $m = 290$  kg (pas d'ADR)



S'il est accessible, un marquage est présent sur les batteries avec les principales caractéristiques :



**Bon à savoir :**

La législation doit introduire en 2026 un « passeport batterie » qui regroupera un certain nombre d'informations sur la batterie, notamment pour ce qui concerne son recyclage.

## D. Situations dangereuses pouvant être rencontrées

### 1. Défaut d'isolement sur le véhicule

Le risque principal pouvant causer une électrocution provient d'un défaut d'isolement.

Ce défaut peut aussi causer un court-circuit pouvant mener à un incendie du véhicule. Pour les véhicules de classe B ( $U > 60V$ ), le risque est limité car présent à partir de deux défauts. Par ailleurs, cette résistance d'isolement est surveillée par le BMS et peut donc être lue lors d'un diagnostic. Elle est parfois mesurée dans la procédure de déconsignation.

Véhicule classe B → Risque incendie limité

En revanche, pour les autres véhicules ( $U < 60V$ ) ce risque est relativement important car peut intervenir au premier défaut.

Autres véhicules → Risque incendie important

Pour les engins « basiques » comme les EDPM le risque est relativement significatif : parties exposées, possibilité d'absence de mesure de résistance d'isolement....

Autres engins → Risque incendie significatif

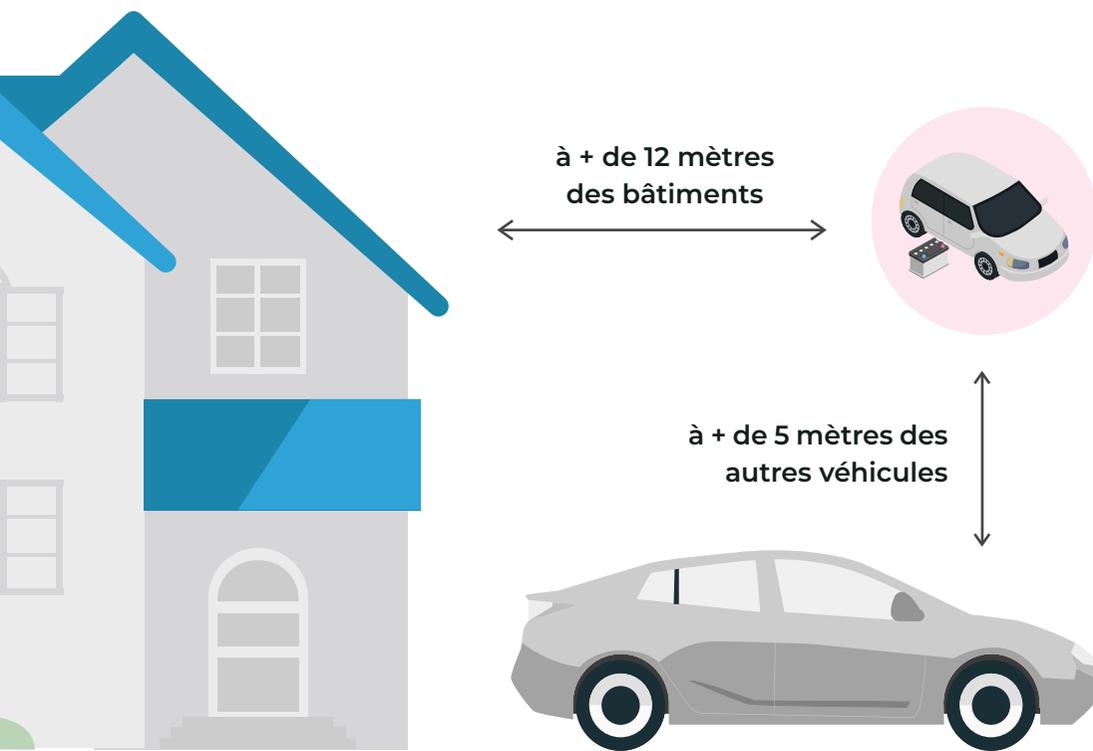


## 2. Emballage thermique de la batterie suite à un choc

Il est possible qu'une batterie s'emballage thermiquement suite à un choc. Pour les véhicules de classe B ( $U > 60V$ ), le BMS peut mettre le véhicule hors service à partir de différentes informations lues. Dans le cas d'un choc important rendant l'utilisation du véhicule impossible, le véhicule électrique (ou la batterie si déposée) doit être mis en « quarantaine ». C'est à dire :

- Stockée à l'extérieur
- A plus de 5 m des autres véhicules
- A plus de 12m des bâtiments

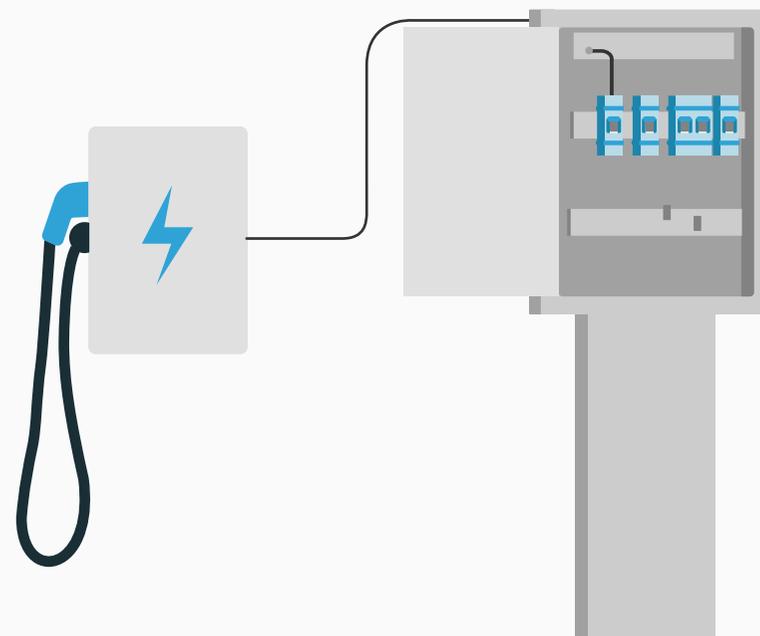
Pour une durée minimum de 48h (selon SDIS 76), même s'il a été parfois constaté des reprises plus tardives.



## 3. Incendie d'un bâtiment lors de la charge d'un véhicule électrique

Il est possible que la charge d'un véhicule électrique provoque un incendie dans le cas où l'installation n'est pas conforme à la NFC 15-100. Les constructeurs précisent sur le manuel d'utilisation que l'installation doit être réalisée par un professionnel et conforme aux normes en vigueur.

On notera que la borne (ou la prise) doit avoir un circuit dédié relié directement à un disjoncteur différentiel approprié. Le véhicule électrique est un consommateur électrique comme un autre (ni plus ni moins), mais la charge entraîne un courant important pendant une longue durée.



# V. Gestion des batteries

## A. Normes de sécurité des batteries

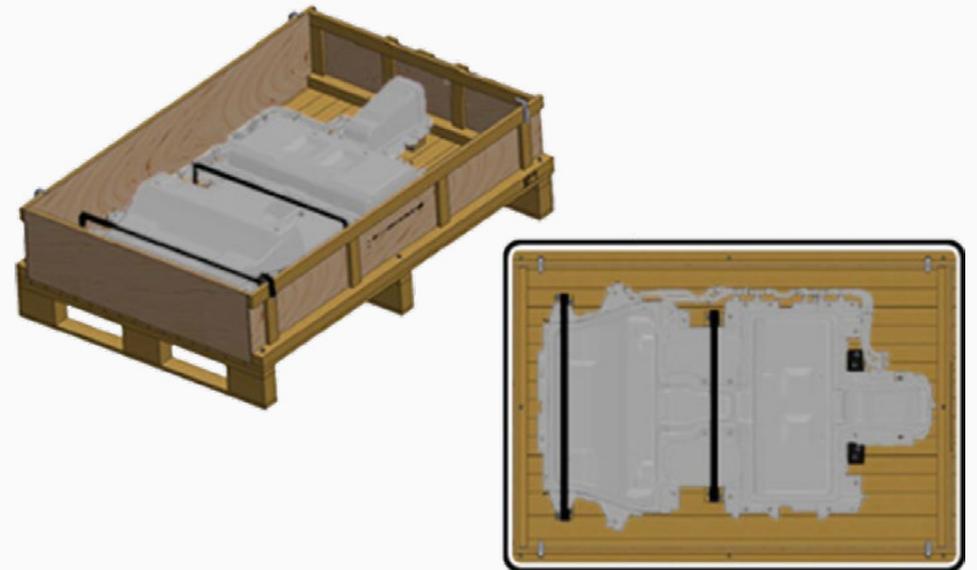
Les batteries respectent des normes d'homologation exigeantes :

- Test des batteries Li-IOn : ISO 12405. Eléments de batterie : CEI 61952 partie 4 et 5
- Tests cellules batterie : IEC 62660
- Sécurité des cellules Li Lion IEC 61982-5 : vérifie le fonctionnement des cellules en usage véhicule électrique ou hybride
- Aspect sécuritaire : ISO 6469-1
- Les exigences du rack
- La protection en cas de CC (externe)
- Exigences de tenue au choc
- Aspect sécuritaire : ISO 6469-2. Sécurité et protection contre les défaillances



## B. Transport d'une batterie

Si elle est en état de fonctionnement ou hors d'usage (donc ne présentant pas de danger), elle est conditionnée dans une caisse en bois et transportée si sa masse n'excède pas 333kg.



Sinon, c'est le règlement ADR (transport de matières dangereuses) qui s'applique.

Liens :

[https://unece.org/sites/default/files/2023-01/ADR2023\\_Vol1f.pdf](https://unece.org/sites/default/files/2023-01/ADR2023_Vol1f.pdf)

[https://unece.org/sites/default/files/2023-01/ADR2023\\_Vol2f.pdf](https://unece.org/sites/default/files/2023-01/ADR2023_Vol2f.pdf)

Si la batterie est défectueuse (donc présentant un risque), elle doit être protégée dans un sarcophage pour son transport.

Sarcophage Tesla :



Sarcophage Stellantis :



Sarcophage Renault Zoé :

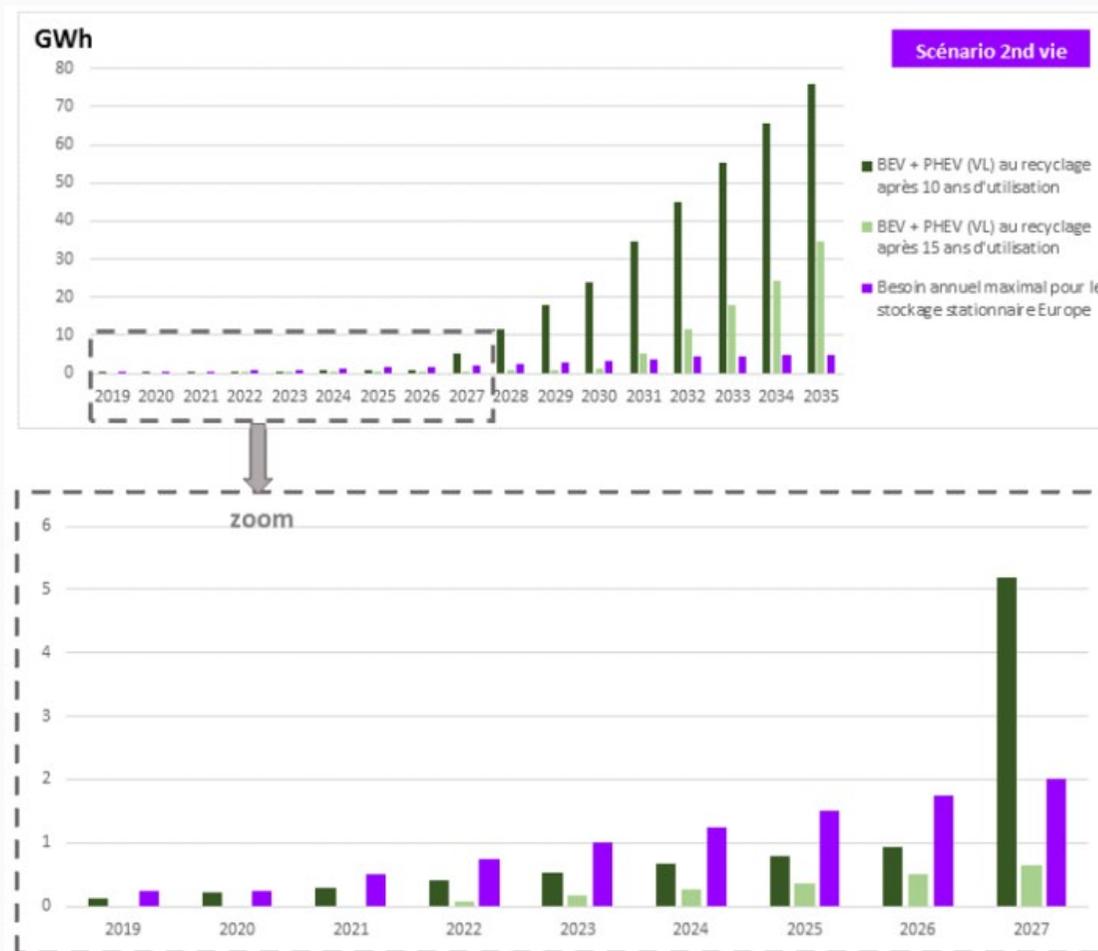


## C. Récupération des batteries en matière de recyclage

Les ventes de véhicules électriques ne sont significatives que depuis 2020.

Cela explique d'une part que :

- Les volumes importants de batteries à recycler sont prévus à partir de 2027.
- Les filières sont en train de se monter.
- Aujourd'hui, la valeur résiduelle d'une batterie à recycler est quasi nulle, mais deviendra rapidement positive de par l'amélioration des process de recyclage à venir et du renchérissement des matières premières.
- Dans tous les cas, le constructeur a l'obligation de recycler « à ses frais » les batteries qu'il a mises sur le marché « Directive 2006/66/CE relative aux piles et accumulateurs ainsi qu'aux déchets de piles et d'accumulateurs Art.8 ».



## VI. Définitions

**Batterie de service / servitude** : batterie plomb utilisée pour alimenter le réseau basse tension du véhicule (tension continue 14V), pour les phares, alimentations de calculateurs ...



**BEV (Battery Electrical Vehicle)** : Véhicule Electrique sans appoint thermique.

**Batterie de traction** : batterie d'accumulateurs étant utilisée pour la traction du véhicule. Les tensions continues utilisées varient de 300 à 800V. La technologie actuellement utilisée utilise le Li-Ion (et ses dérivés...). La capacité énergétique d'une batterie de traction est de l'ordre de 10 à 50 kW.h.



**Bloc Chauffage** : résistances alimentées en classe B (haute tension) insérées dans le circuit de chauffage.



**Chargeur** : embarqué ou non, permet de recharger la batterie à partir d'une tension réseau (50Hz, 230V mono ou 400V triphasé).

**Classe de tension selon R100** : classe A (moins de 60V DC ou 30V AC) et classe B (60 à 1500V DC ou 30 à 1000V AC).

**Connecteur de service, plug ou Coupe-circuit de sécurité** : équipement de sécurité de couleur orange permettant de séparer le circuit électrique de la batterie en deux, et de limiter très fortement les risques d'accident. Il est interdit de le manipuler ou de le retirer lors du contrôle technique.



**Consignation du véhicule** : procédure d'ordre électrique destinée à assurer la protection des personnes contre les conséquences de tout maintien accidentel ou toute apparition ou réapparition de tension sur l'équipement électrique (de haute tension – classe B).

**Contacteur principal de la batterie :** contact logé dans la batterie de traction et permettant de mettre hors tension tout le véhicule (hors 12V) quand le contact est coupé ou la batterie 12V débranchée. Ce contact est alimenté par la batterie 12V.

**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. Les fonctions onduleur, chargeur et convertisseur sont en général regroupées, comme dans le cas de la Citroën C0.



**Habilitation Electrique :** obligation légale de l'employeur consistant à assurer une formation de ses salariés travaillant à

proximité d'une installation électrique. Le carnet de sécurité étant généralement utilisé en support de formation et prend pour référence la norme NFC 18-550. Dans l'automobile, elle est obligatoire pour les salariés dès lors que la tension est supérieure à 60V DC ou que la capacité de la batterie excède 180 A.h.

**Hybridation Parallèle (Mild ou Full) :** procédé consistant à assister le moteur thermique en superposant un moteur électrique plus ou moins puissant (10 à 50 kW) puisant son énergie d'une batterie de traction rechargée lors des phases de décélération. Cette batterie peut être éventuellement chargée sur le réseau de tension (voir PHEV). Selon le degré d'hybridation la voiture peut se déplacer en mode 100% électrique sur quelques km et à vitesse réduite. Les Honda Insight et Peugeot 3008 hybrid4 sont des hybrides parallèles.

**Hybridation Série :** le seul moteur de traction est électrique. Il est alimenté par une batterie rechargée par un moteur thermique couplé à un alternateur +

redresseur (groupe électrogène pour simplifier). La GM (Chevrolet) Volt / Opel Ampera en Europe utilise un moteur thermique de 55kW pour recharger une batterie de 8.8 kW.h. Ainsi ce véhicule peut parcourir 60km en mode 100% électrique, et 500 km lorsque le moteur thermique est en marche. On peut considérer qu'une hybride série est un véhicule électrique équipé d'un prolongateur d'autonomie suffisamment puissant pour un déplacement sur autoroute.

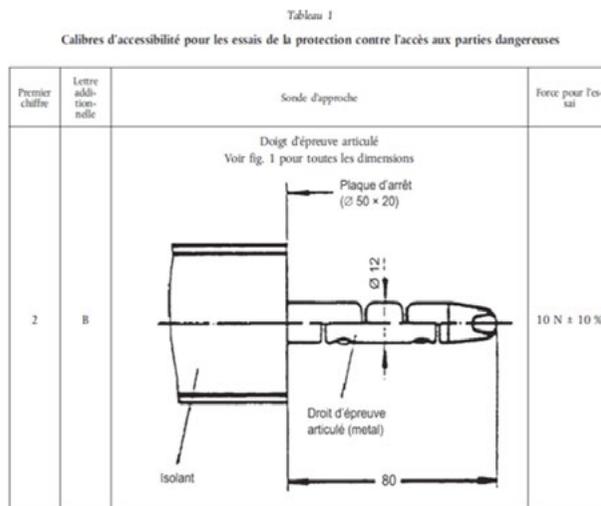
**Hybridation Série / Parallèle ou à dérivation de puissance (système HSD - Hybrid Synergy Drive chez Toyota/Lexus) :** procédé consistant à associer un moteur thermique à une traction électrique de 50 à 80 kW (ce dernier étant en prise directe avec la transmission). La variation de vitesse est assurée par un train épicycloïdal permettant une variation continue du rapport de réduction à l'aide d'un second moteur électrique (utilisé en générateur) couplé au train planétaire.



**Hybride plugin / rechargeable** : s'applique aux véhicules full hybride dont l'énergie utile des batteries a été portée de 1 kW.h (en Ni-Mh principalement) à 4-8 kW.h (Li-Ion), ce qui permet de parcourir de 20 à 40 km en tout électrique. Ces véhicules sont rechargeables et se voient donc équipés d'une prise de charge et d'un chargeur. Il est à noter que toutes les hybrides séries du marché possèdent cette fonctionnalité (ex : 40 à 60 km d'autonomie pour l'Opel Ampera).



**Indice de Protection IP 2B** : le niveau retenu pour la R100 (règle européenne concernant les véhicules électriques et hybrides) est qu'on considère qu'il y a pièce nue sous tension si son niveau d'IP est inférieur à 2B, c'est-à-dire accessible par un doigt d'épreuve.

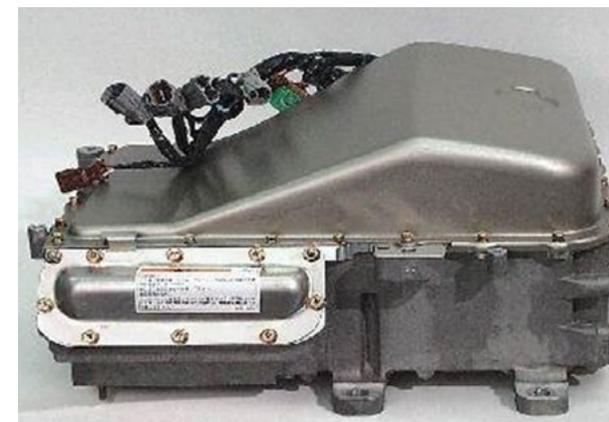


**Modes de charge** : du mode 1 au mode 3, la charge est en alternatif côté réseau, avec un niveau de sécurité croissant. Ces modes de charges nécessitent donc un chargeur côté véhicule. Le mode 4 consiste à charger directement la batterie. Un chargeur intégré à la borne est donc nécessaire. Ce mode est actuellement réservé à la charge rapide 50kVA.

**Moteur électrique** : convertisseur d'énergie électrique en énergie mécanique. Réversibles (freinage récupératif), ils sont de trois types : continus, asynchrones (à induction) et synchrones.



**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. Les stratégies de commande du moteur afin de contrôler le couple appliqué sont très complexes : commande vectorielle de flux, DTC (Direct Torque Control).



**Moteur synchrone** : type de moteur triphasé utilisé pour les voitures électriques de dernière génération en raison de leur excellent rendement de conversion (de 90 à 93% avec l'onduleur sur une large plage d'utilisation).

Ils sont de deux types :

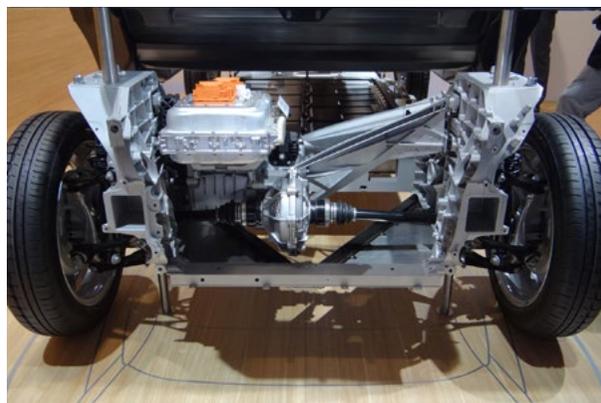
- Rotor à aimants permanents. Très compacts et performants, mais dont l'approvisionnement est contrôlé à 97% par la Chine.
- Rotor bobiné : légèrement moins compact et nécessitant un contact électrique avec le rotor et un hacheur de tension supplémentaire pour l'induction.

**PHEV (ou PHV)** : Plug In ou plugin Hybrid Electrical Vehicle : voiture hybride rechargeable, comme la GM Volt.

**R100** : réglementation européenne (qui s'applique à tous les états membres) impose des exigences de sécurité à tous les véhicules électriques. Les exigences de sécurité les plus sévères s'appliquent aux véhicules dont la tension de batterie est supérieure à 60V DC (classe B).

La R100 implique que les câbles en classe B (>60V) soient de couleur orange.

**Range Extender** : prolongateur d'autonomie thermique. Ce "groupe électrogène" prolonge l'autonomie d'un véhicule électrique en rechargeant la batterie. Une voiture hybride série peut être considérée comme étant un véhicule électrique avec Range Extender. Attention, cet organe, présent notamment sur la BMW i3 (option) ou l'Opel Ampera, est en classe B (Tension > 60V).



**Tensions triphasées alternatives** : ensemble de trois tensions alternatives identiques en amplitude et en fréquence, généralement sinusoïdales, mais déphasées d'un tiers de période.

**Tension continue** : tension dont la valeur reste constante en fonction du temps. Cette tension se retrouve aux bornes de la batterie.

**Types de connecteurs de charge infrastructure** : en France, c'est le type 3 (63A / 400V tri), qui possède des obturateurs de protection, et qui est conforme à la NFC 15-100 et a été retenu initialement. Il est à noter que pour les charges au-delà de 32A, le cordon de charge est attaché à la borne.

Depuis 2015 une directive européenne impose le type 2 côté borne. Le type 3 n'est donc plus d'actualité.



**Types de connecteurs de charge côté véhicule :** actuellement type 1, 2 et ChaDeMo. Le standard combo CSS en préparation associe dans une même empreinte un connecteur type 2 (pour l'Europe) ou connecteur type 1 (US) à deux pôles + et - pour une charge en mode 4 (DC). Ce standard permettrait d'éviter d'installer deux connecteurs comme c'est le cas sur un certain nombre de véhicules et la fin du standard ChaDeMo.

ChaDeMo



Combo CSS type 2



Type 1



Type 2

**ZE Ready :** protocole d'interopérabilité initié par un consortium de constructeur de bornes (dont Schneider electric) et d'automobiles. Pour garantir cette interopérabilité, certains fournisseurs de bornes valident le bon fonctionnement de la communication borne-véhicule, et procèdent éventuellement à une mise à jour du firmware de celle-ci si nécessaire.



# Sources

Toutes les illustrations vectorielles utilisées dans ce guide sont issues du site internet [freepik.fr](https://www.freepik.fr)

## Page 4

- <https://unsplash.com/fr/@tomradetzki>

## Page 11

- <https://www.ecartegrise.fr/carte-grise/carte-grise-en-detail.html>

## Page 13

- <https://www.renaultgroup.com/>

- <https://www.automobile-propre.com/dossiers/voiture-hybride-legere-fonctionnement-avantages-inconvenients>

- <https://www.renault.fr/>

## Page 15

- <https://www.citroen.fr/ami>

- Jean-Brice Lemal pour <https://www.renault.fr/>

- <https://www.automobile-propre.com/au-coeur-retrofit-batteries-renault-zoe-orleans/>

## Page 18

- <https://www.stellantis.com/fr>

## Page 19

<https://www.stellantis.com/fr>

- <https://www.automobile-propre.com/au-coeur-retrofit-batteries-renault-zoe-orleans/>

## Page 20

- <https://pfa-auto.fr/wp-content/uploads/2019/06/PTF-Recyclage-batterie-lithium.pdf>

## Page 21

- <https://www.equipbatteries.com/1950-batterie-de-d%C3%A9marrage-l2-12v-60ah-510aen-sans-entretien.html>

- <https://www.renault.fr/>

- <https://www.vehiculeselectriques.fr/viewtopic.php?t=9436&start=15>

## Page 23

- <https://www.opel.fr/>

- <https://izi-by-edf.fr/blog/composition-batterie-voiture-electrique/>

## Page 24

- [https://www.greencarreports.com/news/1087584\\_2014-bmw-i3-with-range-extender-priced-at-46225-or-3950-more](https://www.greencarreports.com/news/1087584_2014-bmw-i3-with-range-extender-priced-at-46225-or-3950-more)

- <http://www.plusdebornes.fr/content/26-les-prises-et-connecteurs>

## Page 25

- <http://www.plusdebornes.fr/content/26-les-prises-et-connecteurs>

**Guide de bonnes pratiques de l'expert-e en automobile dans le cadre de l'expertise de véhicules électriques ou hybrides**

**Version 1 - Mars 2023**

**Auteurs :**

Jean-Charles Papazian

Cédric Villar

**Mise en page :**

Camille Chabert

**Sites internet :**

[CK Consultant](#)

[Ck Formation Conseil](#)

In