



Direction Technique  
Département Environnement / ECE  
Autodrome de Linas-Montlhéry  
BP 20212 - 91311 Montlhéry cedex France  
Tél. : 33/ (0)1 69 80 17 00  
Télécopie : 33/ (0)1 69 80 17 17

# PROCES-VERBAL N° 10/02725-1

## Approche de la maîtrise des risques spécifiques à la filière Véhicules Electriques

DEMANDEUR :  
APPLICANT

INERIS  
Parc Technologique ALATA - B.P. n° 2  
60550 VERNEUIL-EN-HALATTE

OBJET :  
SUBJECT

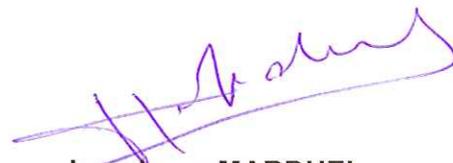
Le développement rapide de la filière des véhicules électriques dans le monde nécessite une adaptation des textes réglementaires. L'objectif de ce document est de disposer d'une vue actualisée de la réglementation et de la normalisation aux échelons nationaux et internationaux du véhicule électrique. Les textes qui seront examinés s'appliqueront aux différents niveaux d'intégration: cellule, batterie, véhicule.

MONTLHERY, 27/10/10



Serge FICHIZOU

Responsable de Département



Jean-Loup MARDUEL  
Directeur Technique

## Contexte et objectifs du document

Il s'agit de s'intéresser au démarrage de la production industrielle et de la mise en circulation des différents types de véhicules électriques suivants :

- les cycles électriques (motos, scooters et vélos à assistance électrique),
- les quadricycles électriques,
- les véhicules des catégories M1 et N1.

Nous prendrons en compte les applications 100% électriques, mais également les applications hybrides et hybrides rechargeables.

Notre étude précise le cadre réglementaire et normatif spécifique au véhicule électrique, hybride et hybride rechargeable applicable aux échelons nationaux et internationaux liés à la mise en œuvre des batteries dans les phases de :

- conception,
- fabrication,
- stockage,
- transport,
- usage en liaison avec le véhicule (roulage) ou en liaison avec les infrastructures de réseau (charge/décharge),
- intervention des services de secours,
- élimination en fin de vie.

Cette étude a été réalisée en collaboration entre l'INERIS et l'UTAC pour le compte de la Direction Générale de l'Energie et du Climat et de la Direction Générale de la Prévention des Risques

## Table des matières

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | La réglementation automobile, état de l'art.....   | 7  |
| 2     | La normalisation du véhicule électrique, état de l'art.....  | 15 |
| 3     | Réglementations et Normalisation associées au cycle de vie du véhicule électrique type M1, N1.....                                       | 18 |
| 3.1   | Réglementation.....  | 19 |
| 3.1.1 | Impact de la batterie sur la réglementation automobile, la sécurité électrique.....  | 20 |
| 3.1.2 | Impact de l'électrification du véhicule sur la réglementation automobile, prise en compte de la sécurité des biens et des personnes..... | 26 |
| 3.1.3 | Impact de l'électrification du véhicule sur la réglementation automobile, impacts environnementaux.....                                  | 28 |
| 3.1.4 | La réglementation transport matières dangereuses appliquées aux batteries NiMH et Li-ion.....  | 31 |
| 3.1.5 | Impact d'autres directives sur l'automobile.....   | 36 |
| 3.2   | Incidence de la normalisation en conception d'un Véhicule Electrique M1 ou N1.....   | 40 |
| 3.2.1 | La technologie Lithium-Ion.....  | 40 |
| 3.2.2 | Sécurité et protection contre les défaillances.....  | 42 |
| 3.2.3 | Normes relatives aux essais environnementaux.....  | 48 |
| 3.3   | Production série.....  | 49 |
| 3.3.1 | Fabrication et Intégration dans le véhicule.....   | 49 |
| 3.3.2 | Stockage.....  | 49 |
| 3.3.3 | Transport de la cellule ou de la batterie au Lithium.....  | 49 |
| 3.4   | Recharge.....  | 50 |
| 3.4.1 | Le chargeur, la norme IEC 61851.....   | 52 |
| 3.4.2 | Connectique de charge, la norme IEC 62196.....   | 56 |
| 3.4.3 | La communication entre la borne de recharge et le véhicule.....  | 59 |
| 3.5   | Utilisation.....   | 61 |
| 3.5.1 | Installation Domestique.....   | 61 |
| 3.5.2 | Consommation.....  | 61 |
| 3.5.3 | Intervention sur le véhicule électrique, travaux sous tension et habilitation des personnes.....   | 62 |
| 3.5.4 | Situations particulières.....  | 62 |
| 3.6   | Gestion des situations accidentelles.....  | 63 |
| 3.6.1 | Guide pour les services de secours.....  | 63 |
| 3.6.2 | Gestion des risques par les Services Départementaux d'Incendie et de Secours (SDIS).....   | 63 |
| 3.6.3 | Les nouveaux risques.....  | 63 |
| 3.6.4 | La formation.....  | 64 |
| 4     | Cycles et quadricycles.....  | 65 |
| 4.1   | Incidence en conception du cycle ou quadricycle.....   | 66 |
| 4.2   | Utilisation du cycle ou quadricycle.....   | 67 |
| 5     | Conclusion.....  | 68 |
| 5.1   | Situations critiques dues au design de la batterie.....  | 68 |
| 5.2   | Situations critiques sur les sites de production.....  | 69 |
| 5.3   | Situations critiques engendrées par un accident.....   | 69 |
| 5.4   | Situations critiques liées aux risques électriques.....  | 70 |
| 5.5   | Nécessité d'homogénéisation.....   | 70 |

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 6   | ANNEXES.....   | 71 |
| 6.1 | Annexe 1, Vocabulaire .....  | 71 |
| 6.2 | Annexe 2, Normes applicables aux véhicules électriques M1 et N1 ainsi qu'aux cycles à assistance électrique..... | 74 |
| 6.3 | Annexe 3, Glossaire.....   | 79 |
| 6.4 | Annexe 4, Bibliographie .....  | 81 |

## Table des figures

|   |    |
|---|----|
| Figure 1 : Normes applicables aux cycles et motocycles électriques.....   | 15 |
| Figure 2 : Principales normes qui influencent le VE source BNA-UTE.....   | 16 |
| Figure 3 : Point sur la normalisation ISO-CEI + US + CONSORTIUMS pour les Véhicules<br>Électriques source BNA-UTE .....   | 17 |
| Figure 4 : Cycle de vie du véhicule électrique type M1, N1.....   | 18 |
| Figure 5 : Aménagements réglementaires des catégories M1 et N1.....   | 19 |
| Figure 6 : Marquage HT .....  | 21 |
| Figure 7 : Modélisation du circuit haute tension de traction du véhicule.....   | 24 |
| Figure 8 : Cycle de conduite Europe pour la mesure de consommation .....  | 29 |
| Figure 9 : Cas d'espèces traités par dispositions spécifiques au transport (ONU, terrestre,<br>aérien...), source : SB Limotive(2010) .....                           | 32 |
| Figure 10 : Schéma décisionnel pour l'application des codes ONU 3090 et 3480 relatifs aux<br>transports des accumulateurs au lithium, source SB-Limotive (2010) ..... | 32 |
| Figure 11 : Instructions d'emballages récemment élaborées relatif au transport terrestre et<br>aérien, source SBlimotive (2010) .....                                 | 34 |
| Figure 12 : Plan mécanique de la connectique d'un RESS.....   | 43 |
| Figure 13 : Classes de tension .....  | 46 |
| Figure 14 : Marquage des composants de tension de classe B.....   | 46 |
| Figure 15 : Le rechargement, ses différents modes.....  | 50 |
| Figure 16 : Les différents modes de charge.....   | 50 |
| Figure 17: Les différents types de charge.....  | 51 |
| Figure 18 : Caractéristiques des modes de recharge .....  | 52 |
| Figure 19 : Connexion de classe A.....  | 53 |
| Figure 20 : Connexion de classe B.....  | 53 |
| Figure 21 : Connexion de classe C.....  | 54 |
| Figure 22 : Types de prises source Schneider Electric .....   | 54 |
| Figure 23 : Différentes options de connexion.....   | 55 |
| Figure 24 : Exemple d'accessoire de charge .....  | 57 |
| Figure 25 : Cycle de vie des Cycles et Quadricycles électriques .....   | 65 |
| Figure 26 : Normes spécifiques liées à la conception des Cycles et Quadricycles électriques...  | 66 |
| Figure 27 : Normes spécifiques liées à l'utilisation des Cycles et Quadricycles électriques .....   | 67 |
| Figure 28 : Indice de Protection.....   | 73 |

## Table des tableaux

|   |    |
|---|----|
| Tableau 1 : Liste des directives applicables à l'homologation d'un véhicule type M et N source Focus Group CEN CENELEC.....   | 14 |
| Tableau 2 : Classement au transport des Batteries au lithium et principales dispositions spéciales et instructions d'emballages, source : JP Wiaux, Recharge (2010) ..... | 31 |
| Tableau 3 : Niveaux de référence pour les champs électriques, magnétiques et électromagnétiques, exposition du public.....  | 37 |
| Tableau 4 : Niveaux de référence pour les champs électriques, magnétiques et électromagnétiques, exposition des travailleurs.....   | 38 |
| Tableau 5 : Compatibilité des connectiques véhicule/socle de prise.....   | 58 |
| Tableau 6 : Affectation des broches .....   | 58 |
| Tableau 7 : Sondes d'accessibilité pour les essais de la protection des personnes contre l'accès aux parties dangereuses.....   | 73 |
| Tableau 8 : Récapitulatif des normes prenant en compte la spécificité VE et des cycles à assistance électrique .....  | 78 |
| Tableau 9 : Glossaire .....   | 80 |

## **1 LA REGLEMENTATION AUTOMOBILE, ETAT DE L'ART**

Le processus d'homologation des véhicules électriques et hybrides reste le même que les véhicules à combustion interne, c'est-à-dire l'application de l'ensemble des règlements et des directives existantes de la directive 2007/46/CE (cf. Tableau 1 : Liste des directives applicables à l'homologation d'un véhicule type M).

Afin de faire en sorte que les normes internationales répondent aux besoins européens, ainsi qu'aux règles nationales le CEN et le CENELEC ont créé un groupe de discussion qui envisage les exigences européennes relatives à la normalisation des véhicules électriques.

Les tâches initiales de ce Focus Group sont de :

- Préparer un aperçu des exigences européennes en matière:
  - de batteries (y compris le cycle de vie),
  - d'infrastructures de charge,
  - de connecteurs,
  - de véhicules,
  - de communication entre les véhicules et le réseau,
  - de la localisation et de facturation des infrastructures,
  - de contrôle des flux énergétiques,
  - de compatibilité électromagnétique,
  - de sécurité électrique.
- Identifier les exigences des normes internationales existantes et des règlements ainsi que l'ensemble des travaux pertinents en cours dans les organismes de normalisation.
- Faire des recommandations sur les points manquants qui devraient être couverts par la normalisation.

Le tableau ci-après est issu des travaux du focus group du CEN CENLEC et répertorie l'ensemble des textes réglementaires applicables à l'automobile.

**List of main regulatory texts setting the EC requirements for type-approval of electrical vehicles and UN-ECE Regulations recognised as an alternative to an EC type-approval granted under the relevant directive**

**In regard to electrical vehicles of M&N categories**

**Requirements for the approval of electrical vehicles and/or separate technical units**

|    | Subject  | Mother Directive   | Basic UNECE Regulation | Series of amendments | <u>Same</u> requirements as applied to thermal engined vehicle | <u>Specific</u> requirements applied to electrical vehicle | Comments              |
|----|--|--------------------|------------------------|----------------------|--|--|-----------------------|
| 1  | Permissible sound level  | 70/157/EEC         | 51                     | 02                   | <b>X</b>   |  |                       |
|    | Replacement silencing systems                                      |                    | 59                     | 00                   |  |  | not consistent for EV |
| 2  | Emissions  | 70/220/EEC         | 83                     | 06                   |  |  | not consistent for EV |
|    | Replacement catalytic converters                                   |                    | 103                    | 00                   |  |  | not consistent for EV |
| 2a | Emissions (Euro 5 and 6) light-duty vehicles/access to information | Reg. (EC) 715/2007 |                        |                      | <b>X</b>   |  |                       |
| 3  | Fuel tanks/rear protective devices                                 | 70/221/EEC         | 34                     | 02                   |  |  | not consistent for EV |
|    | LPG tanks  |                    | 67                     | 01                   |  |  | not consistent for EV |
|    | CNG tanks  |                    | 110                    | 00                   |  |  | not consistent for EV |
|    | Rear protective device   |                    | 58                     | 01                   |  |  | not consistent for EV |

|    | Subject  | Mother Directive | Basic UNECE Regulation | Series of amendments | Same requirements as applied to thermal engined vehicle | Specific requirements applied to electrical vehicle | Comments              |
|----|--|------------------|------------------------|----------------------|---|---|-----------------------|
| 4  | Rear registration plate space                      | 70/222/EEC       |                        |                      | X   |   |                       |
| 5  | Steering effort                                    | 70/311/EEC       | 79                     | 01                   | X   |   |                       |
| 6  | Door latches and hinges                            | 70/387/EEC       | 11                     | 02                   | X   |   |                       |
| 7  | Audible warning                                    | 70/388/EEC       | 28                     | 00                   | X   |   |                       |
| 8  | Indirect vision devices                            | 2003/97/EC       | 46                     | 02                   | X   |   |                       |
| 9  | Braking  | 71/320/EEC       | 13                     | 11                   | X   | X   |                       |
|    | Braking  |                  | 13H                    | 00                   | X   | X   |                       |
|    | Brake linings                                      |                  | 90                     | 01                   | X   |   |                       |
| 10 | Radio interference (electromagnetic compatibility) | 72/245/EEC       | 10                     | 02                   | X   | X   |                       |
| 11 | Diesel smoke                                       | 72/306/EEC       | 24                     | 03                   |   |   | not consistent for EV |
| 12 | Interior fittings                                  | 74/60/EEC        | 21                     | 01                   | X   |   |                       |
| 13 | Anti-theft   | 74/61/EEC        | 18                     | 03                   | X   |   |                       |
|    | Anti-theft and immobiliser                         |                  | 116                    | 00                   | X   |   |                       |
|    | Vehicle Alarm Systems                              |                  | 97<br>116              | 01<br>0              | X<br>X  |   |                       |
| 14 | Behaviour of steering device under impact          | 74/297/EEC       | 12                     | 03                   | X   |   |                       |
| 15 | Seat strength                                      | 74/408/EEC       | 17                     | 07                   | X   |   |                       |
| 16 | Exterior projections                               | 74/483/EEC       | 26                     | 03                   | X   |   |                       |
| 17 | Speedometer and reverse gear                       | 75/443/EEC       | 39                     | 00                   | X   |   |                       |

|    | Subject  | Mother Directive | Basic UNECE Regulation | Series of amendments | Same requirements as applied to thermal engined vehicle | Specific requirements applied to electrical vehicle | Comments |
|----|--|------------------|------------------------|----------------------|---|---|----------|
| 18 | Plates (statutory)   | 76/114/EEC       |                        |                      | X   |   |          |
| 19 | Seat-belt anchorages   | 76/115/EEC       | 14                     | 7                    | X   |   |          |
| 20 | Installation of lighting and light signalling devices  | 76/756/EEC       | 48                     | 03                   | X   |   |          |
| 21 | Retro reflectors   | 76/757/EEC       | 3                      | 02                   | X   |   |          |
| 22 | End-outline, front-position (side), rear-position (side), stop, side marker, daytime running lamps | 76/758/EEC       | 7                      | 02                   | X   |   |          |
|    | Daytime running lamps  |                  | 87                     | 00                   | X   |   |          |
|    | Side marker lamps  |                  | 91                     | 00                   | X   |   |          |
| 23 | Direction indicators   | 76/759/EEC       | 6                      | 01                   | X   |   |          |
| 24 | Rear registration plate lamps  | 76/760/EEC       | 4                      | 00                   | X   |   |          |
| 25 | Headlamps (including bulbs)  | 76/761/CEE       | 1                      | 02                   | X   |   |          |
|    | Headlamps (sealed beam)  |                  | 5                      | 02                   | X   |   |          |
|    | Headlamps (H1, H2, H3, HB3, HB4, H7, and/or H8, H9,HIR1, HIR2 and/or H11)                          |                  | 8                      | 05                   | X   |   |          |
|    | Headlamps (H4)   |                  | 20                     | 03                   | X   |   |          |
|    | Headlamps (halogen sealed beam)  |                  | 31                     | 02                   | X   |   |          |

|    | Subject  | Mother Directive | Basic UNECE Regulation | Series of amendments | Same requirements as applied to thermal engined vehicle | Specific requirements applied to electrical vehicle | Comments |
|----|--|------------------|------------------------|----------------------|---|---|----------|
|    | Filament lamps for use in approved lamp units                            |                  | 37                     | 03                   | X   |   |          |
|    | Headlamps with gas-discharge light sources                               |                  | 98                     | 01                   | X   |   |          |
|    | Gas-discharge light sources for use in approved gas-discharge lamp units |                  | 99                     | 00                   | X   |   |          |
|    | Headlamps (asymmetrical passing beam)                                    |                  | 112                    | 01                   | X   |   |          |
|    | Adaptative front-lighting systems  |                  | 123                    | 01                   | X   |   |          |
| 26 | Front fog lamps  | 76/762/EEC       | 19                     | 04                   | X   |   |          |
| 27 | Towing hooks   | 77/389/EEC       |                        |                      | X   |   |          |
| 28 | Rear fog lamps   | 77/538/EEC       | 38                     | 00                   | X   |   |          |
| 29 | Reversing lamps  | 77/539/EEC       | 23                     | 00                   | X   |   |          |
| 30 | Parking lamps  | 77/540/EEC       | 77                     | 00                   | X   |   |          |
| 31 | Seat-belts and restraint systems   | 77/541/EE        | 16                     | 04                   | X   |   |          |
|    | Child restraints   |                  | 44                     | 04                   | X   |   |          |
| 32 | Front/Forward vision   | 77/649/EEC       | 125                    | 00                   | X   |   |          |
| 33 | Identification of controls, tell-tales and indicators                    | 78/316/EEC       | 121                    | 00                   | X   |   |          |
| 34 | Defrost/demist   | 78/317/EEC       |                        |                      | X   |   |          |
| 35 | Wash/wipe  | 78/318/EEC       |                        |                      | X   |   |          |

|    | Subject                                       | Mother Directive | Basic UNECE Regulation | Series of amendments | Same requirements as applied to thermal engined vehicle | Specific requirements applied to electrical vehicle | Comments              |
|----|---|------------------|------------------------|----------------------|---|---|-----------------------|
| 36 | Heating systems                               | 2001/56/EC       | 122                    | 00                   | X   | (X)   | if fitted             |
| 37 | Wheel guards                                  | 78/549/EEC       |                        |                      | X   |   |                       |
| 38 | Head restraints                               | 78/932/EE        | 25                     | 04                   | X   |   |                       |
|    | Head restraints (combined with seats)         |                  | 17                     | 07                   | X   |   |                       |
| 39 | CO2 emissions/fuel consumption                | 80/1268/EEC      | 101                    | 01                   | X   | X   |                       |
| 40 | Engine power                                  | 80/1269/EEC      | 85                     | 00                   | X   | X   |                       |
| 41 | Emissions (Euro IV and V) heavy duty vehicles | 2005/55/EC       | 49                     | 04                   |   |   | not consistent for EV |
| 42 | Lateral protection                            | 89/297/EEC       | 77                     | 00                   |   |   | not consistent for EV |
| 43 | Spray-suppression systems                     | 91/226/EEC       |                        |                      | X   |   |                       |
| 44 | Masses and dimensions (cars)                  | 92/21/EEC        |                        |                      | X   |   |                       |
| 45 | Safety glazing                                | 92/22/EEC        | 43                     | 00                   | X   |   |                       |
| 46 | Tyres, motor vehicles and their trailers      | 92/23/EEC        | 30                     | 02                   | X   |   |                       |
|    | Tyres, commercial vehicles and their trailers |                  | 54                     | 00                   | X   |   |                       |
|    | Temporary-use spare wheels/tyres              |                  | 64                     | 02                   | X   |   |                       |
|    | Rolling sound                                 |                  | 117                    | 01                   | X   |   |                       |
| 47 | Speed limitation devices                      | 92/24/EEC        | 89                     | 00                   | X   |   |                       |

|    | Subject  | Mother Directive  | Basic UNECE Regulation | Series of amendments | Same requirements as applied to thermal engined vehicle | Specific requirements applied to electrical vehicle | Comments              |
|----|--|-------------------|------------------------|----------------------|---|---|-----------------------|
| 48 | Masses and dimensions (other than vehicles referred to in item 44) | 97/27/EC          |                        |                      |   |   | not consistent for EV |
| 49 | External projections of cabs                                       | 92/114/EEC        |                        |                      |   |   |                       |
| 50 | Couplings  | 94/20/EC          | 55                     | 01                   | X   | (X)   | if fitted             |
|    | Close-coupling device  |                   | 102                    | 00                   | X   |   |                       |
| 51 | Flammability   | 95/28/EC          | 118                    | 01                   | X   |   |                       |
| 52 | Buses and coaches  | 2001/85/EC        | 107                    | 03                   |   |   | not consistent for EV |
|    | Strength of superstructure (buses and coaches)                     |                   | 66                     | 02                   |   |   | not consistent for EV |
| 53 | Frontal impact   | 96/79/EC          | 94                     | 01                   | X   | X   |                       |
| 54 | Side impact  | 96/27/EC          | 95                     | 02                   | X   | X   |                       |
| 55 | empty  | -                 | -                      | -                    |   |   |                       |
| 56 | Vehicles intended for the transport of dangerous goods             | 98/91/EC          | 105                    | 04                   | X   | (X)   | if dedicated to TDG   |
| 57 | Front under-run protection   | 2000/40/EC        | 93                     | 00                   |   |   |                       |
| 58 | Pedestrian protection  | Reg. (EC) 78/2009 |                        |                      | X   |   |                       |
| 59 | Recyclability  | 2005/64/EC        |                        |                      | X   |   |                       |
| 60 | empty  |                   |                        |                      |   |   |                       |
| 61 | Air-conditioning system  | 2006/40/EC        |                        |                      | X   |   |                       |
| 62 | empty  |                   |                        |                      |   |   |                       |

|    | Subject   | Mother Directive         | Basic UNECE Regulation | Series of amendments | Same requirements as applied to thermal engined vehicle | Specific requirements applied to electrical vehicle | Comments |
|----|---|--------------------------|------------------------|----------------------|---|---|----------|
| 63 | General safety  | Regulation (EC) 661/2009 |                        |                      | X   | X   |          |
|    | Battery electric vehicles with regard to specific requirements for construction and functional safety |                          | 100                    | 01                   |   | X   |          |

**Tableau 1 : Liste des directives applicables à l'homologation d'un véhicule type M et N source Focus Group CEN CENELEC**

## **2 LA NORMALISATION DU VEHICULE ELECTRIQUE, ETAT DE L'ART**

Une cartographie normative, à l'attention particulière des collectivités locales, appelée le « livre vert » est en cours de réalisation par l'AFNOR.

Le but de ce livre vert est d'informer sur :

- la spécification technique des bornes;
- les standards de facturation et de relation client destinés à assurer l'interopérabilité;
- les solutions de gestion de la pointe de consommation du réseau électrique.

Ce document donnera également des informations opérationnelles servant de guide de déploiement qui reprendrait un planning type, les types d'infrastructures à implanter, les éléments à prendre en compte pour le juste dimensionnement des infrastructures de charge, ainsi que le rôle des acteurs.

Ce document est accompagné d'un volet technique axé principalement sur les normes applicables à la certification des équipements (bornes de recharge, prises, chargeurs, batteries, câbles, ...), la qualification des entreprises d'installation des bornes de recharge et des prises ainsi que des installations et recense l'ensemble des normes applicables à ces domaines.

Les figures ci-après ont pour vocation de réaliser une photographie du paysage normatif du cycle électrique et du véhicule électrique.

Exigences de sécurité & méthode d'essais  
NF 15194  
et son guide d'application

La consommation ISO 13064



La sécurité en fonctionnement ISO 13063

**Figure 1 : Normes applicables aux cycles et motocycles électriques**

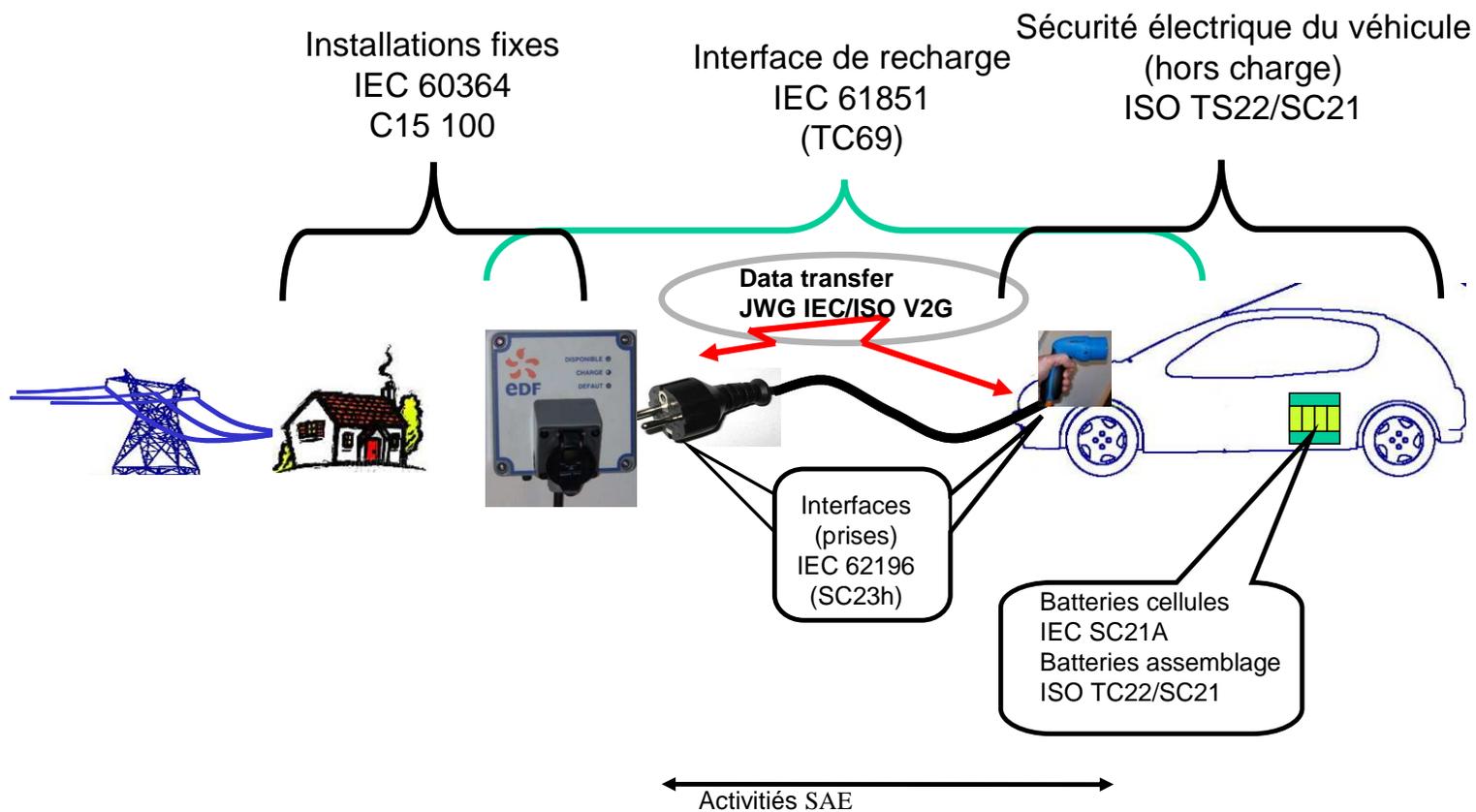


Figure 2 : Principales normes qui influencent le VE source BNA-UTE

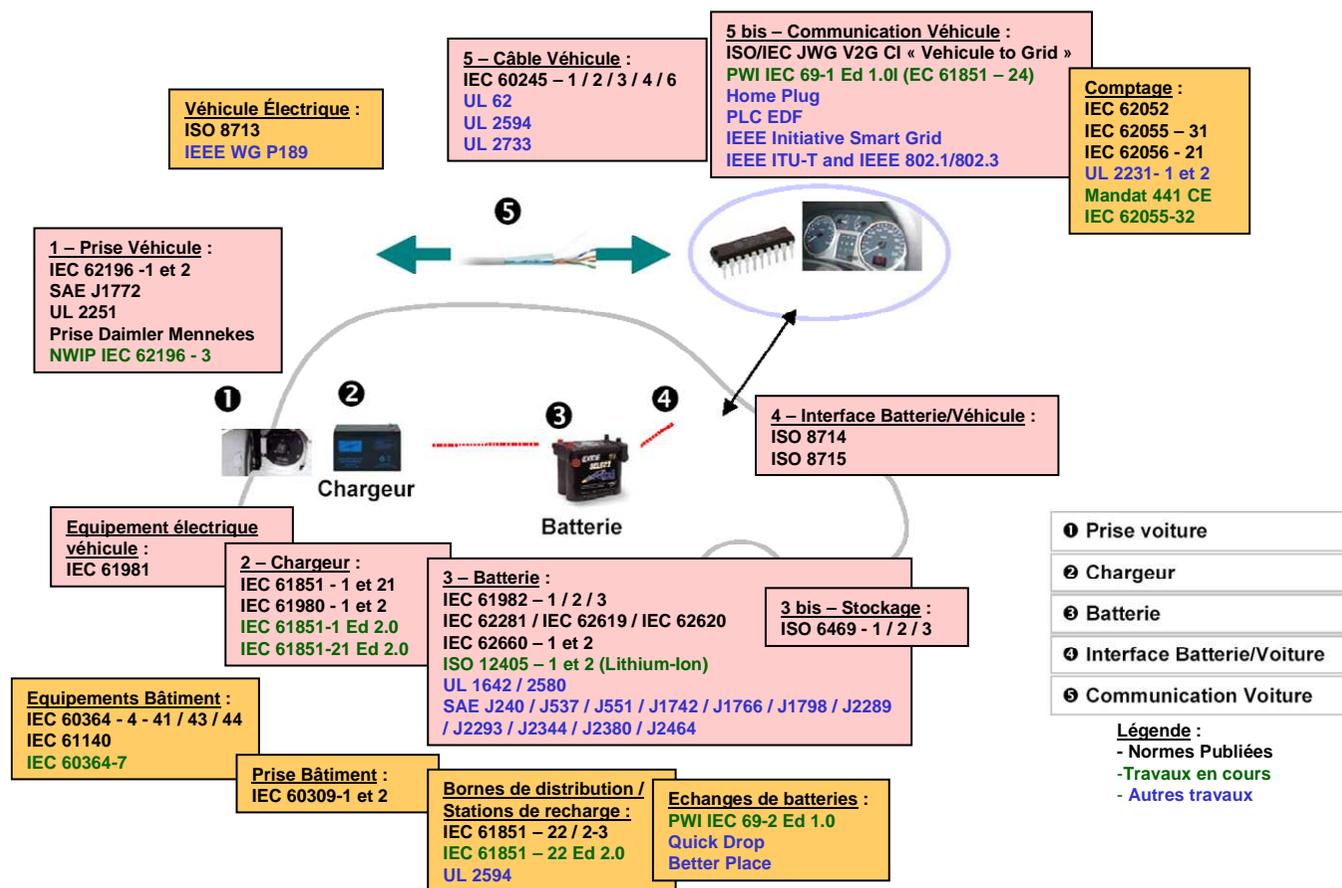
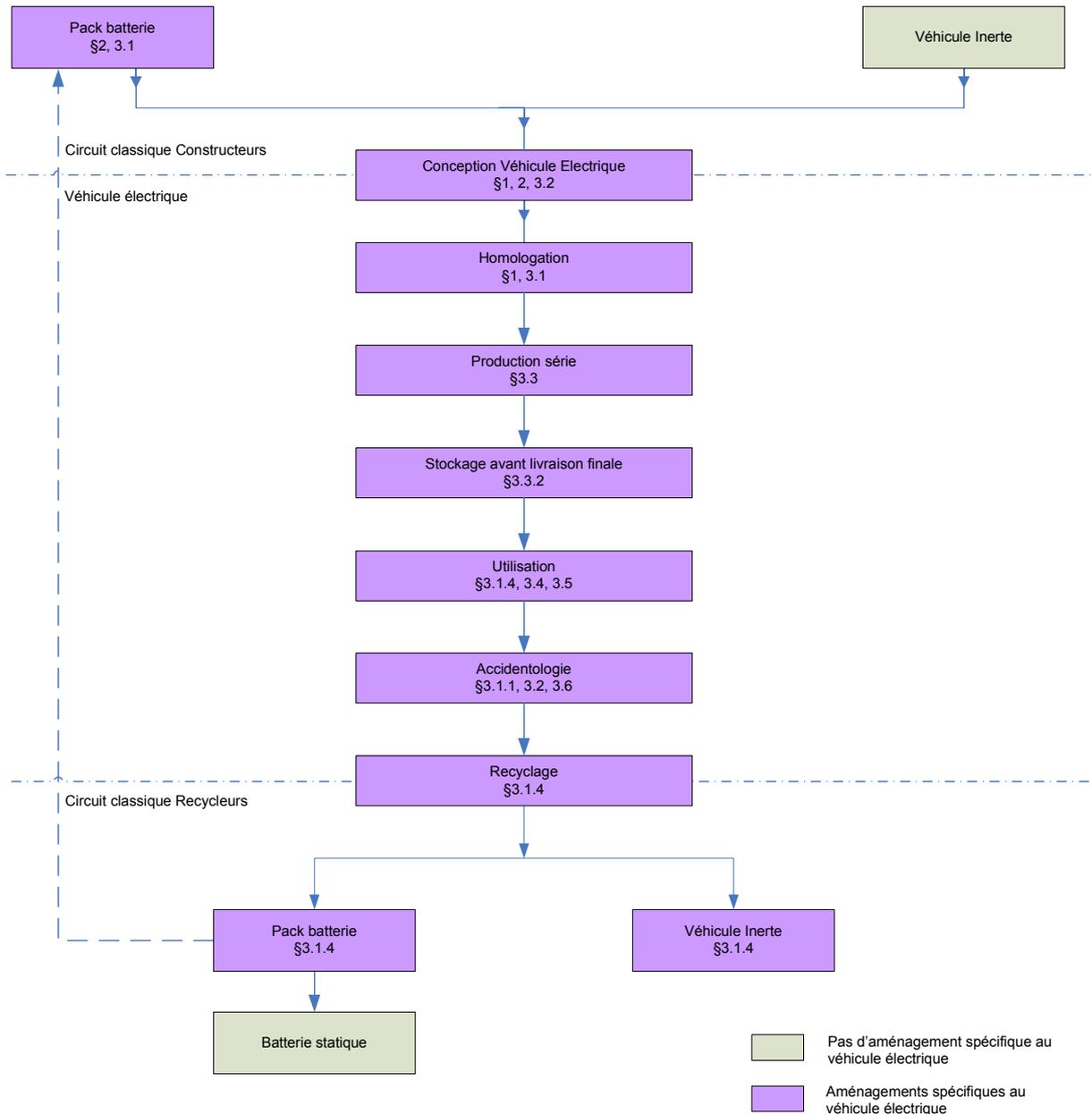


Figure 3 : Point sur la normalisation ISO-CEI + US + CONSORTIUMS pour les Véhicules Électriques source BNA-UTE

### 3 REGLEMENTATIONS ET NORMALISATION ASSOCIEES AU CYCLE DE VIE DU VEHICULE ELECTRIQUE TYPE M1, N1

La Figure 4 décrit les différentes étapes du cycle de vie d'un véhicule électrique ou hybride.



**Figure 4 : Cycle de vie du véhicule électrique type M1, N1**

La Figure 4 permet d'identifier l'ensemble des normes et des règlements intégrant les spécificités du véhicule électrique et hybride d'un point de vue technologique et sécuritaire.

### 3.1 Réglementation

Si le processus d'homologation des véhicules électriques et hybrides reste le même que les véhicules à combustion interne, certains règlements cependant, ont, ou sont en cours d'évolution afin de prendre en compte les spécificités technologiques du véhicule électrique telles que celles présentées sur la Figure 5 : Aménagements réglementaires des catégories M1 et N1.

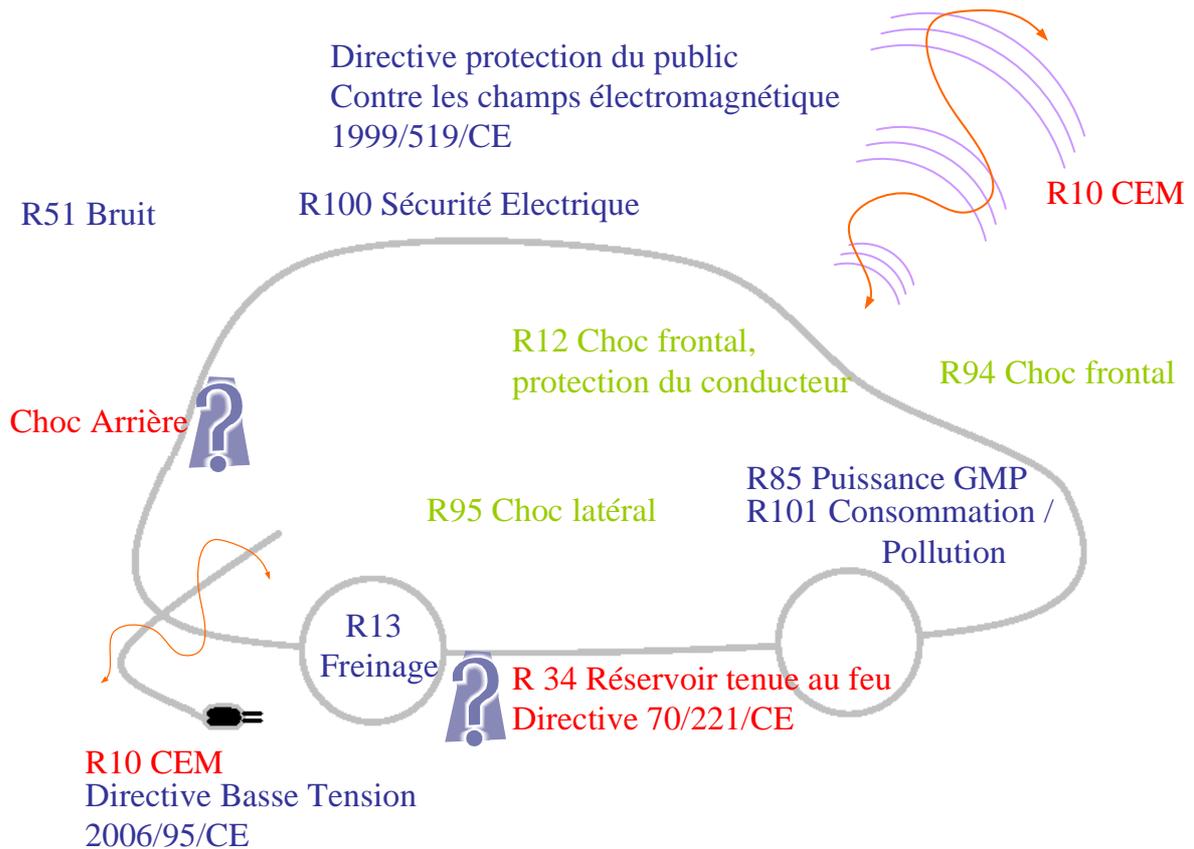


Figure 5 : Aménagements réglementaires des catégories M1 et N1

### 3.1.1 Impact de la batterie sur la réglementation automobile, la sécurité électrique

#### 3.1.1.1 La sécurité fonctionnelle, le règlement 100

Le règlement R100 actuel est relatif à l'homologation des véhicules électriques en ce qui concerne les prescriptions particulières applicables à la construction et à la sécurité fonctionnelle.

Ce texte a été modifié afin de prendre en compte les véhicules hybrides d'une part, et, d'adapter les prescriptions aux récentes évolutions techniques introduites notamment en normalisation, d'autre part.

Le projet d'amendement a été adopté à la session de juin 2010 du WP 29 (document ECE/TRANS/WP.29/2010/52.), avec pour dates d'applications envisagées :

Pour les nouveaux types de véhicules : 1er janvier 2013,

Pour tous les types de véhicules : 1er janvier 2013.

Le règlement 100 regroupe les prescriptions appliquées aux exigences de sécurité applicables au bus haute tension des véhicules de catégories M et N dont la vitesse est supérieure ou égale à 25 km/h et équipés au minimum d'un moteur de traction à énergie électrique ne nécessitant pas de source d'alimentation externe pour entraîner le véhicule.

#### a) La protection contre les chocs électriques :

Le règlement 100 définit des exigences de sécurités applicables au bus haute tension permettant de se prémunir contre différents risques :

#### Protection contre les contacts directs

Un contact direct est le contact d'une personne avec une partie conductrice énergisée en utilisation normale. Afin de se prémunir de se risque, plusieurs dispositions sont à prendre en compte :

- Dans le compartiment habitacle ou bagage l'Indice de Protection minimum doit être IPXXD (cf. Figure 28 : Indice de Protection).
- Dans les autres zones du véhicule l'Indice de Protection minimum doit être IPXXB.
- En ce qui concerne les connecteurs, ils doivent satisfaire ces exigences:
  - Ou ils sont démontables sans l'aide d'outil et satisfont les conditions d'indice de protection.
  - Ou ils sont localisés sous le plancher du véhicule et sont pourvus d'un mécanisme de verrouillage.
  - Ou ils sont pourvus d'un mécanisme de verrouillage et d'autres éléments peuvent être retirés à l'aide d'outil(s) afin de les démonter.
  - Ou 1s après déconnexion, la tension présente sur le connecteur est inférieure ou égale à 60V D.C. ou 30V A.C.
- Dans le cas du service disconnect, s'il peut être ouvert, démonté ou retiré sans l'aide d'outil, alors il doit satisfaire la condition IPXXB.

- Une marque d'avertissement doit apparaître sur le système de stockage d'énergie rechargeable ainsi que sur les barrières de protection qui, une fois démontées, donnent accès au bus haute tension. Si les barrières de protections ne sont pas accessibles, ouvrables ou démontables sans retirer d'autre(s) composant(s) à l'aide d'outil(s), alors ce marquage n'est pas obligatoire.



**Figure 6 : Marquage HT**

- Les câbles du réseau haute tension accessibles doivent être signalés par une gaine de couleur orange.

### **Protection contre les contacts indirects**

Un contact indirect est le contact d'une personne avec une partie conductrice exposée (élément conducteur énergisé en cas de défaut d'isolement). Afin de se prémunir de ce risque, il est demandé que :

- Les parties conductrices exposées soient directement reliées à la masse électrique (châssis) du véhicule (impédance inférieure à 0.1 Ohm).
- Dans le cas d'un véhicule rechargeable par une source de tension externe, que lors de la connexion du véhicule à cette source de tension, la masse électrique du véhicule soit reliée à la terre.

### **La résistance d'isolation**

La résistance d'isolation minimum (en Ohm) entre le réseau haute tension du véhicule et la masse électrique de celui-ci doit être 100 fois supérieure à sa tension de fonctionnement (en Volt) en D.C. et 500 fois en A.C. lorsque les bus A.C. et D.C. sont galvaniquement isolés ; sinon, l'impédance minimum entre le circuit haute tension et la masse électrique sera la même qu'en A.C. (c'est-à-dire 500 fois supérieure à sa tension de fonctionnement (en volt)).

Exemple 1 : les circuits A.C. et D.C. sont galvaniquement isolés. La tension du bus D.C. est de 100 V. La tension du bus A.C. est de 200 V.

L'impédance entre le circuit D.C. et la masse électrique du véhicule devra être au minimum de  $100 \times 100 = 10 \text{ k}\Omega$

L'impédance entre le circuit A.C. et la masse électrique du véhicule devra être au minimum de  $200 \times 500 = 100 \text{ k}\Omega$

Exemple 2 : les circuits A.C. et D.C. ne sont pas galvaniquement isolés. La tension du bus D.C. est de 100 V. La tension du bus A.C. est de 200 V.

L'impédance entre le circuit D.C. et la masse électrique du véhicule devra être au minimum de  $100 \times 500 = 50 \text{ k}\Omega$

L'impédance entre le circuit A.C. et la masse électrique du véhicule devra être au minimum de  $200 \times 500 = 100 \text{ k}\Omega$

En ce qui concerne les bornes de la prise de recharge côté véhicule, l'impédance entre ses bornes (positive et négative) et la masse électrique est au minimum de 1 Mégohm.

Dans le cas de pile à combustible où la résistance d'isolation ne peut être maintenue, des précautions additionnelles seront prises (monitoring, ...).

**b) Le système de stockage d'énergie rechargeable (RESS)****Protection contre les courants élevés**

La température du système de stockage d'énergie rechargeable ne doit pas s'élever anormalement en cas de surintensité. Si le système de stockage d'énergie rechargeable est sujet à la surchauffe, alors il doit être équipé de protection(s) telle(s) que : fusible, contacteur, ... Le constructeur peut, le cas échéant, fournir les caractéristiques permettant de démontrer que la non surchauffe du système de stockage d'énergie rechargeable, est garantie, sans dispositif de surtension.

**Protection contre l'accumulation de gaz**

Si la batterie de traction est amenée à produire de l'hydrogène, alors, un dispositif (ventilateur, évent, ...) doit être mis en place afin de prévenir l'accumulation de gaz.

**c) La sécurité fonctionnelle****Informations au conducteur**

Lorsqu'aucun moteur à combustion interne n'entraîne pas directement ou indirectement la chaîne de traction du véhicule, alors, quand ce dernier est en mode «drive » (c'est-à-dire qu'il suffit d'un « appui ou relâché » pédale pour faire avancer le véhicule), l'information doit être remontée au conducteur au moins momentanément. Il en va de même, lorsque le conducteur quitte le véhicule et que ce dernier est toujours en mode « drive ».

**Recharge du véhicule**

Lorsque le véhicule est en recharge, il doit être impossible de le déplacer en utilisant sa propre chaîne de traction.

**Les émissions d'hydrogène**

Des conditions sur les quantités maximum d'Hydrogène émises lors d'une charge normale, d'une charge avec défaillance, ... ainsi que les conditions de charge (monitoring automatique, connexion...) sont décrites dans le règlement 100.

### 3.1.1.2 Les règlements chocs, le règlement 12, le règlement 94 et le règlement 95

Ces trois règlements ont été modifiés et acceptés lors de la 47<sup>ème</sup> session du GRSP (groupe de travail de Genève sur la sécurité passive) de Mai 2010 afin d'introduire les spécificités des véhicules électriques et hybrides lors de chocs et de vérifier la protection des occupants du véhicule à l'égard d'un choc électrique. Ils seront soumis à l'approbation du WP29 de novembre 2010, l'objectif étant d'introduire les préconisations de sécurité électrique du règlement 100 dans ces trois règlements que sont :

- ✓ le règlement 12, protection du conducteur en cas de choc frontal, remontée de colonne.
- ✓ Le règlement 94, protection des occupants en cas de choc frontal.
- ✓ Le règlement 95, protection des occupants en cas de choc latéral.

Le règlement 12 couvre la protection du conducteur contre le dispositif de conduite (colonne de direction) en cas de choc frontal pour des véhicules à moteurs des catégories M1 (toutes masses) et N1 d'une masse maximale inférieure à 1500 kg.

Ce règlement comportait déjà des dispositions relatives aux véhicules électriques introduites lors de l'amendement 1 à la révision 3.

Le règlement 94 couvre les catégories de véhicules M1 et N1 de masse inférieure à 2,5 t en cas de choc frontal. Cependant, un constructeur peut effectuer volontairement des essais en vue d'une homologation pour des véhicules de masse supérieure à 2,5 t.

Le règlement 95 quant à lui, couvre, en cas de choc latéral, les catégories de véhicules M1 et N1.

Dans ces documents, sont introduites, les définitions issues du règlement 100 concernant les véhicules électriques et hybrides, et, en terme de sécurité électrique, les critères d'acceptation que ces véhicules devront remplir afin d'être homologués.

Afin de protéger les occupants d'un véhicule accidenté contre les chocs électriques (par exemple en sortant du véhicule) le véhicule doit satisfaire, au minimum, à l'une des quatre exigences suivantes :

**a) Critère 1 : Absence de haute tension à bord du véhicule (hors pack batterie)**

Entre 5 s et 60 s après le choc, il est demandé que les tensions ( $V_1$ ,  $V_2$  et  $V_b$ ) sur le bus haute tension de traction du véhicule soient inférieures à 30 V en courant alternatif ou 60 V en courant continu (cf. Figure 7 : Modélisation du circuit haute tension de traction du véhicule).

Ceci, dans le but de garantir la sécurité du véhicule pour les occupants du véhicule et les tiers.

**b) Critère 2 : Energie**

Entre 5 s et 60 s après le choc, il est demandé que l'énergie totale disponible sur le bus haute tension de traction du véhicule soit inférieure à 2 joules.

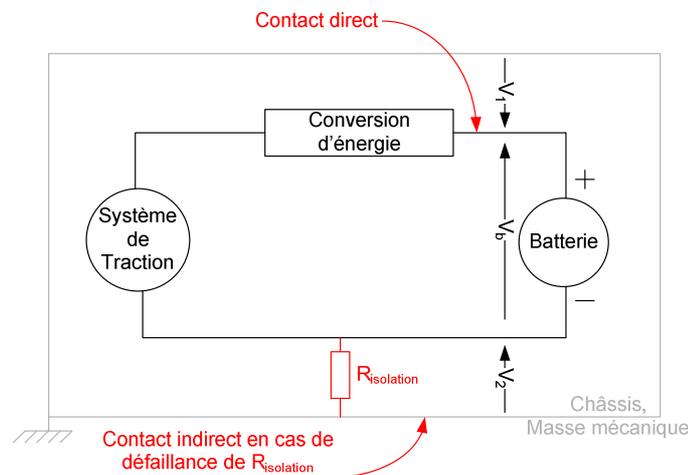
### c) Critère 3 : Protection physique

Afin de protéger les occupants du véhicule et les tiers contre un contact direct (contact avec une pièce nue énérgisée en fonctionnement normal), il est demandé que le câblage du véhicule réponde à l'indice de protection IPXXB après impact.

De plus, afin de garantir la protection contre les chocs électriques, il est demandé qu'entre les éléments de protection du bus haute tension conducteurs et la masse électrique véhicule (châssis), la résistance soit inférieure à 0,1 ohm, garantissant l'équipotentialité et protégeant ainsi les occupants et les tiers des contacts indirects.

### d) Critère 4 : Résistance d'isolation

Ce critère combine l'indice de protection IPXXB ainsi que la résistance d'isolation entre le circuit haute tension et la masse électrique du véhicule (100 ohms par volt en cas de circuit D.C., 500 ohms en cas de circuit A.C., et 500 ohms également lorsque les circuits A.C. et D.C. ne sont pas galvaniquement isolés).



**Figure 7 : Modélisation du circuit haute tension de traction du véhicule**

De plus, il est demandé de vérifier (visuellement) l'intégrité du pack batterie. Celle-ci est vérifiée par l'absence de fuite d'électrolyte (7% maximum) dans les trente minutes suivant l'impact.

#### 3.1.1.3 La sécurité électrique du composant batterie

Ce nouveau composant ne fait, à ce jour, l'objet d'aucune réglementation automobile spécifique. Au même titre que d'autres composants automobiles liés à la sécurité, il est apparu nécessaire au cours des échanges réalisés dans le cadre des groupes de travail du Genève (GRSP) de le couvrir afin de compléter les exigences déjà introduites dans les réglementations véhicule (R 100, R 94, R 95, R 12) tel que les exigences de sécurité pour les réservoirs à carburant, les projecteurs... Lors de la 47<sup>ème</sup> session du GRSP de Mai 2010, l'Allemagne a déposé une demande de création d'un groupe de travail informel sur ce sujet et d'en assurer la présidence. Lors de la 8<sup>ème</sup> session du groupe Electric Safety de Septembre 2010, une proposition de termes de références du sous-groupe pour l'établissement d'un règlement consacré au stockage d'énergie a été rédigée.

#### 3.1.1.4 La compatibilité Electromagnétique, le règlement 10

Le règlement 10 concerne l'homologation des véhicules pour la compatibilité électromagnétique. La série 03 d'amendements est entrée en vigueur le 11 juillet 2008.

Ce règlement permet une approche véhicule complet ou entité technique ou encore un mixte de ces deux approches. Il traite des prescriptions concernant les émissions rayonnées en bande étroite et bande large, ainsi que l'immunité aux perturbations rayonnées des véhicules et de leurs équipements.

En immunité, seuls sont concernées les fonctions liées à la sécurité, c'est-à-dire la commande directe du véhicule, la protection du conducteur, des passagers et des autres usagers de la route. Ce règlement traite également des prescriptions concernant la limitation des émissions rayonnées des véhicules au sens de la protection, de la réception des équipements et de la réception radio, situés à l'extérieur du véhicule.

Enfin, Il prend également en compte les émissions par conduction non désirées pour les entités, afin de protéger l'utilisation prévue d'équipements électriques ou électroniques situés dans le véhicule, ainsi que la limitation des perturbations émises par des accessoires pouvant être montés ultérieurement sur le véhicule.

Un texte est à l'étude afin d'adapter le règlement 10 à la situation où le véhicule est en charge sur le secteur au moyen d'un chargeur embarqué. A ce jour, cette situation est couverte par les normes harmonisées applicables au sens de la directive 2004/108/CE qui couvre les domaines des émissions et de l'immunité.

L'objectif est de travailler à périmètre constant en transférant les exigences de ces normes nouvelles approches dans les textes réglementaires automobiles, tout en tenant compte des spécificités propres au domaine de l'automobile. Ceci fera l'objet d'une proposition d'amendement du règlement 10 au prochain GRE d'Octobre 2010, proposée par la France et l'Allemagne. L'objectif est de traiter les véhicules selon le même régime, avec un marquage et des exigences de conformité de production en cohérence avec celles déjà appliquées en réglementation automobile.

L'objectif final étant de prendre en compte les nouveaux risques induits par le véhicule relié au secteur et d'imposer un niveau de sécurité minimum concernant les émissions et l'immunité conduite (ce que le véhicule émet sur le réseau ainsi que ce qu'il subit au travers de ce dernier).

### 3.1.2 Impact de l'électrification du véhicule sur la réglementation automobile, prise en compte de la sécurité des biens et des personnes

#### 3.1.2.1 Nuisance sonore, bruit minimum des véhicules

L'avènement des véhicules dépendant, en totalité ou en partie, de trains de propulsion alternatifs (par exemple la propulsion électrique) permettent de réduire de façon significative la pollution atmosphérique, le bruit et leurs impacts négatifs sur les citoyens à travers le monde. Toutefois, les avantages très positifs sur l'environnement obtenus à ce jour par ces véhicules hybrides ou électriques pures ont eu pour conséquence involontaire la suppression d'une source de signal sonore utilisée par diverses populations de piétons (par exemple les aveugles, les malvoyants), pour appréhender l'approche, la présence et/ou le départ des véhicules.

Un groupe informel a été créé à Genève au sein du GRB (QRTV – Quiet Road Transport Vehicle). Ce groupe a pour objectif d'identifier les risques liés aux véhicules silencieux et de proposer des solutions techniques de signalisation auditives harmonisées au niveau mondial. Le mandat de celui-ci est de deux ans, et se réparti en différentes actions :

Phase I - Identifier, examiner et évaluer l'état des différentes recherches menées par les gouvernements, les universités et les organisations non gouvernementales concernant les technologies de signalisation sonores pour les véhicules silencieux.

Phase II - Déterminer, après enquêtes et études expérimentales avec des aveugles et malvoyants, les facteurs humains estimés nécessaires pour la prise de décisions dans les situations de trafic.

Phase III – Transformer les facteurs humains nécessaires en paramètres de performance technique pour les véhicules, y compris les types de mouvement du véhicule ainsi que la position de renseignements nécessaires aux aveugles, malvoyants et autres personnes afin de faciliter leur passage, leur orientation et leurs déplacements en toute sécurité dans la circulation.

Phase IV - Déterminer les caractéristiques du potentiel sonore audible ainsi que les mécanismes qui transmettent les informations désirées des performances, du véhicule au récepteur de l'homme.

Phase V - Déterminer la faisabilité technique et économique de ces avertisseurs jugés nécessaires pour ces «véhicule silencieux».

Phase VI - Déterminer le potentiel impact négatif sur le public ou sur le parc de véhicules existant.

Phase VII - Présentation des conclusions et des recommandations au GRB de Février 2012.

A ce jour, il est possible d'homologuer un véhicule présentant un bruit permanent dans la mesure où, le bruit au passage mesuré selon le règlement 51.02, reste en deçà des limites fixées. Or, les véhicules entraînés par une propulsion électrique sont très silencieux. A ce jour il est envisagé de travailler en deux phases :

- permettre l'installation d'équipements produisant des bruits additionnels à basse vitesse (0 – 20 km/h),
- définir les caractéristiques essentielles de ces systèmes sonores (fréquence, volume).

### **3.1.2.2 Freinage et allumage des feux stop, les règlements 13 et 13-H**

Le règlement 13, traite de l'homologation des véhicules des catégories M, N et O en ce qui concerne le freinage.

Une proposition d'amendement a été adoptée à la dernière session du mois d'Avril 2010 du GRRF (Groupe de Rapporteurs sur le Roulement et le Freinage) en ce qui concerne le freinage récupératif (récupération et conversion de l'énergie du freinage en énergie électrique dans le but de recharger la batterie).

Ces dispositions visent à l'allumage des feux stop dans le but de prévenir cette décélération sous certaines conditions :

- Allumage des feux stop interdit lorsque la décélération est inférieure ou égale à  $0,7 \text{ m/s}^2$ .
- Allumage des feux stop possible lorsque la décélération est comprise entre  $0,7 \text{ m/s}^2$  et  $1,3 \text{ m/s}^2$  inclus.
- Allumage des feux stop obligatoire lorsque la décélération est strictement supérieure à  $1,3 \text{ m/s}^2$ .

### 3.1.3 Impact de l'électrification du véhicule sur la réglementation automobile, impacts environnementaux

#### 3.1.3.1 La consommation, le règlement 101

Le règlement 101 contient l'ensemble des prescriptions relatives à l'homologation des voitures particulières mues par un moteur à combustion interne, par une chaîne de traction électrique ou hybride en ce qui concerne la mesure des émissions de dioxyde de carbone et de la consommation de carburant et/ou la mesure de la consommation d'énergie électrique des véhicules des catégories M1 et N1.

Il existe une proposition de complément 8 à la version originale du règlement ECE/TRANS/WP.29/2008/113:24 juillet 2008. Ce texte est à l'étude afin de l'adapter aux véhicules électriques.

Le domaine d'application du règlement 101 pour des véhicules mus par :

- a) Un moteur à combustion interne :
  - Les émissions de CO<sub>2</sub>.
  - La consommation de carburant.
- b) Une chaîne de traction électrique :
  - La consommation d'énergie électrique.
  - L'autonomie.
- c) Une chaîne de traction électrique hybride rechargeable :
  - Les émissions de CO<sub>2</sub>.
  - La consommation de carburant.
  - La consommation d'énergie électrique (mode électrique).
  - L'autonomie (mode électrique).

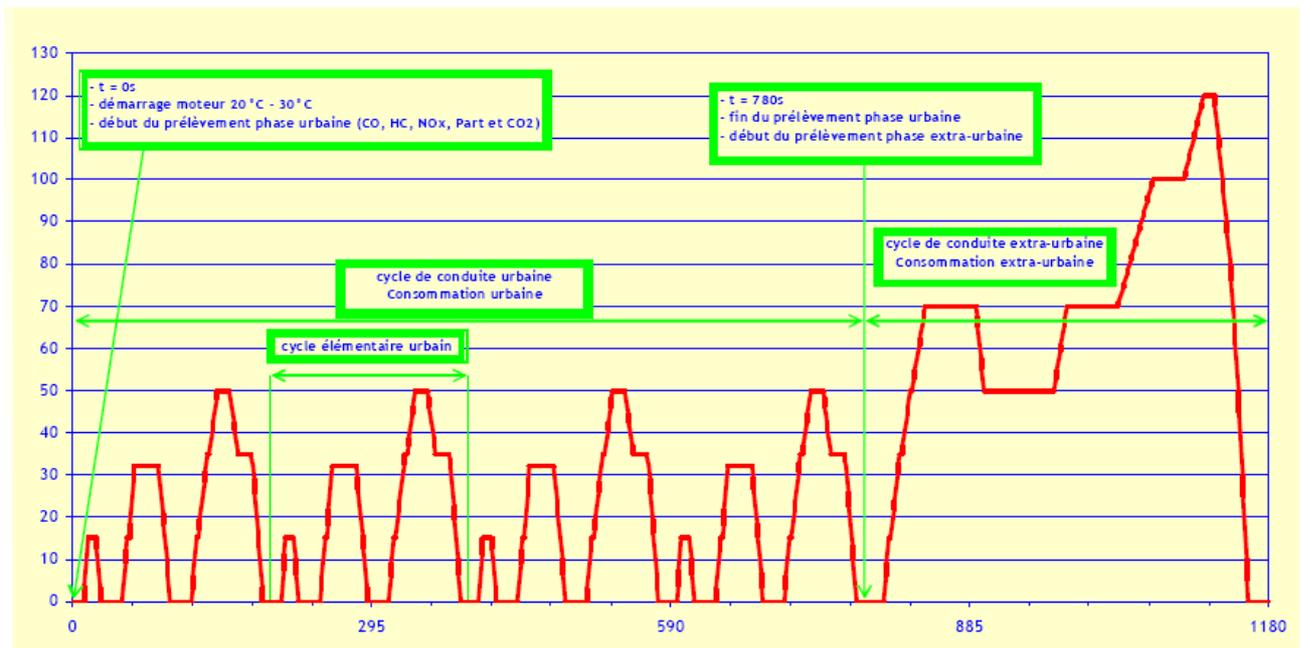
En ce qui concerne la mesure de consommation et d'autonomie, prenons en exemple, le cas du véhicule électrique :

#### 1) Consommation

- Afin de mesurer la consommation en énergie électrique d'un véhicule le protocole suivant est déroulé :
- La batterie est chargée.
- Deux exécutions du cycle de conduite Europe (cf. Figure 8) sont réalisées.
- Un complément de charge batterie est effectué afin de calculer la consommation d'énergie (en Wh/km).

#### 2) Autonomie

- Afin de mesurer l'autonomie du véhicule le protocole suivant est mis en place :
- La batterie est chargée.
- Plusieurs du cycle de conduite Europe (cf. Figure 8) sont exécutés (jusqu'à ce que le véhicule ne soit plus en mesure de suivre la courbe de référence jusqu'à 50 km/h ou lorsque les instruments de bord montés en série indiquent que le véhicule doit être arrêté.).
- L'autonomie est déterminée.



**Figure 8 : Cycle de conduite Europe pour la mesure de consommation**

Toutefois, après adoption au GRPE de juin 2009 de la feuille de route pour l'établissement d'un Règlement Technique Mondial pour le WLTP (Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure), il a été décidé de démarrer au plus tôt deux groupes de travail :

- WLTP - DHC : Development of the Harmonized driving Cycle,
- WLTP - DTP : Development of the Test Procedure.

Une première réunion EU-WLTP-DHC a eu lieu le 5 octobre 2009 au cours de laquelle chaque participant, Etats Membres et Industriels, ont fait état de leurs contributions respectives, sachant que les résultats de la collecte des données doivent être fournis pour fin 2010.

De plus, lors de la 1<sup>ère</sup> réunion WLTP-DTP du 12/04/2010, il a été décidé de mettre en place une métrologie de mesure au format GTR pour permettre une application européenne en 2014.

Pour répondre à cet objectif, il a été créé 5 sous-groupes :

- 1) PM/PN.
- 2) Polluants non réglementés (NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, Aldéhydes-Cétones, Ethanol).
- 3) Processus de Laboratoire pour les véhicules de technologie conventionnelle.
- 4) Processus de Laboratoire pour les véhicules électrifiés (HEV et VE).
- 5) Carburants de référence.

Ainsi, les problématiques de représentativité du cycle, et des procédures d'essais spécifiques pour les véhicules hybrides et véhicules électriques seront prises en compte.

### 3.1.3.2 La puissance du groupe motopropulseur, **le règlement 85**

Le règlement 85 concerne l'homologation des moteurs à combustion interne ou des groupes motopropulseurs électriques destinés à la propulsion des véhicules des catégories M et N. En ce qui concerne le groupe motopropulseur électrique, il s'agit de mesurer la puissance à pleine charge ainsi que sa puissance maximum sur 30 minutes.

### 3.1.4 La réglementation transport matières dangereuses appliquées aux batteries NiMH et Li-ion

Les réglementations concernant le transport international des batteries au Lithium sont basées sur les recommandations du Comité d'Expert du Transport des Marchandises Dangereuses des Nations Unies.

En ce qui concerne le transport aérien des batteries Lithium, il est spécifié par les Instructions Techniques pour le Transport en Sécurité des Marchandises Dangereuses des Nations Unies publié par l'Association du transport aérien international.

Concernant le transport maritime les règlements sont spécifiés dans le Code Maritime International des Marchandises Dangereuses, publié par l'Organisation Maritime Internationale.

Enfin, les transports routiers et ferroviaires sont spécifiés par des règlements nationaux ou internationaux.

Jusqu'à très récemment les batteries NI-MH (Nickel-Métal Hydrures) n'étaient pas concernées par la réglementation Transport Matières Dangereuses (TMD). Un incendie récent sur un container de batteries NiMH est survenu en transport maritime, lequel a conduit l'OMI à instaurer des dispositions de sécurité minimales au transport maritime (code IMDG) sous le numéro ONU spécifiquement créé UN 3496. La prescription consiste essentiellement à éloigner ces batteries des sources de chaleur.

Toutes les piles et accumulateurs basées sur des technologies au lithium sont réglementées par le TMD, et font notamment l'objet d'un classement spécifique comprenant 4 numéros possibles, répertoriés dans le tableau suivant. Dans ce tableau, seules les dispositions définies dans le règlement type (ONU) et transposé en transport routier Européen (ADR) sont traitées.

| Numéro ONU   | UN 3090                             |     | ONU 3091  |      | UN3480                            |      | UN3481  |      |
|--|-------------------------------------|-----|---|------|-----------------------------------|------|---|------|
| <b>Désignation</b>   | Piles ou Batteries au lithium métal |     | Batteries au lithium métal incorporé dans ou emballé avec un équipement |      | Piles ou Batteries au lithium ion |      | Batteries au lithium ion incorporées dans ou emballées avec un équipement |      |
| <b>Classement</b>  | Classe 9                            |     | Classe 9  |      | Classe 9                          |      | Classe 9  |      |
| <b>Référentiel réglementaire</b>   | ONU                                 | ADR | ONU   | ADR  | ONU                               | ADR  | ONU   | ADR  |
| <b>Batteries neuves :</b>  | 188                                 | 188 | 188   | 188  | 188                               | 188  | 188   | 188  |
| <b>Dispositions Spéciales (voir recommandations ONU et ADR pour détails) et tableau suivant.</b> | 230                                 | 230 | 230   | 230  | 230                               | 230  | 230   | 230  |
|  | 310                                 | 310 |   |      | 310                               | 310  |   |      |
|  |                                     | 636 |   | 636a |                                   | 636  |   | 636a |
| <b>Batteries usagées (ou hors état neuf)</b>   |                                     | 636 |   | 636b |                                   | 636b |   | 636  |
|  | P903+a,b                            |     | P903+a,b  |      | P903+a,b                          |      | P903+a,b  |      |

**Tableau 2 : Classement au transport des Batteries au lithium et principales dispositions spéciales et instructions d'emballages, source : JP Wiaux, Recharge (2010)**

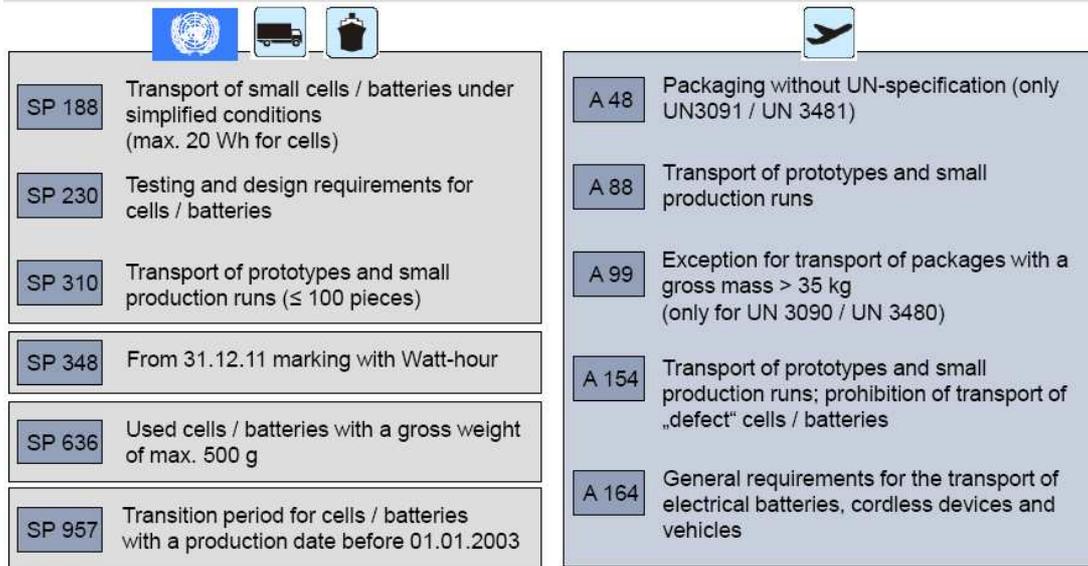


Figure 9 : Cas d'espèces traités par dispositions spécifiques au transport (ONU, terrestre, aérien...), source : SB Limotive(2010)

D'une manière générale, le classement au transport des batteries au lithium relève d'un schéma décisionnel assez complexe si l'on intègre les aspects internationaux et multimodaux des transports conduisant à de nombreux cas de figure. Le schéma suivant illustre cette complexité.

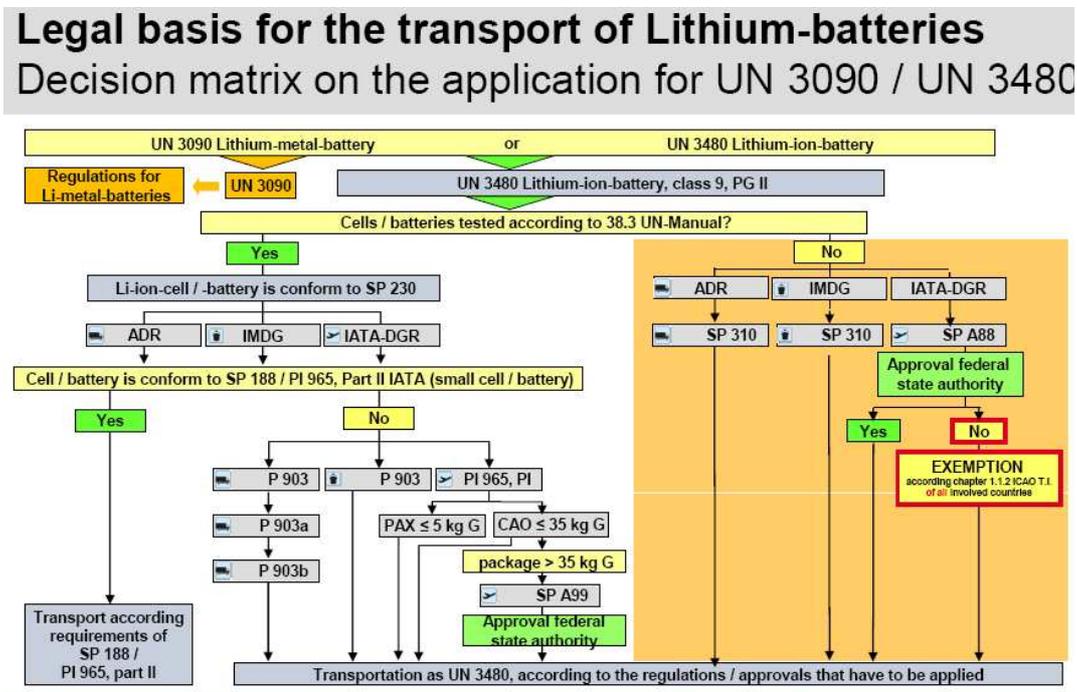


Figure 10 : Schéma décisionnel pour l'application des codes ONU 3090 et 3480 relatifs aux transports des accumulateurs au lithium, source SB-Limotive (2010)

Ce schéma illustre que dès lors que les batteries au lithium ne satisfont pas pour une raison ou pour une autre à la disposition spécifique SP188 (cas des grosses batteries notamment), le transport relève de procédures (voire d'autorisations) spécifiques ou plus contraignantes.

Une particularité à signaler est que la transportabilité des batteries est conditionnée par le passage avec succès de tests représentatifs d'agressions climatiques (cycles thermiques...), mécaniques (chocs, vibrations) et électriques (surcharge, court-circuit...) susceptibles de constituer des sollicitations extrêmes dans les conditions de transport. Il est à noter que la réglementation en place couvre actuellement tous les modes de transport, mais que cette réglementation, mise en place à l'origine par rapport aux batteries alimentant le marché des matériels portables (ordinateurs, téléphonie mobiles, électroportatif...) devient en pratique inapplicable en l'état pour les batteries de puissance.

Cette situation pose de réelles difficultés pratiques dans le cadre du démarrage actuel du déploiement de la filière électrique, même si des dispositions dérogatoires existent dans certains cas (prototypes, petites séries) et que les autorités compétentes peuvent également traiter au cas par cas certaines situations exceptionnelles (traitées en sous-commission « dérogation » de la CITMD).

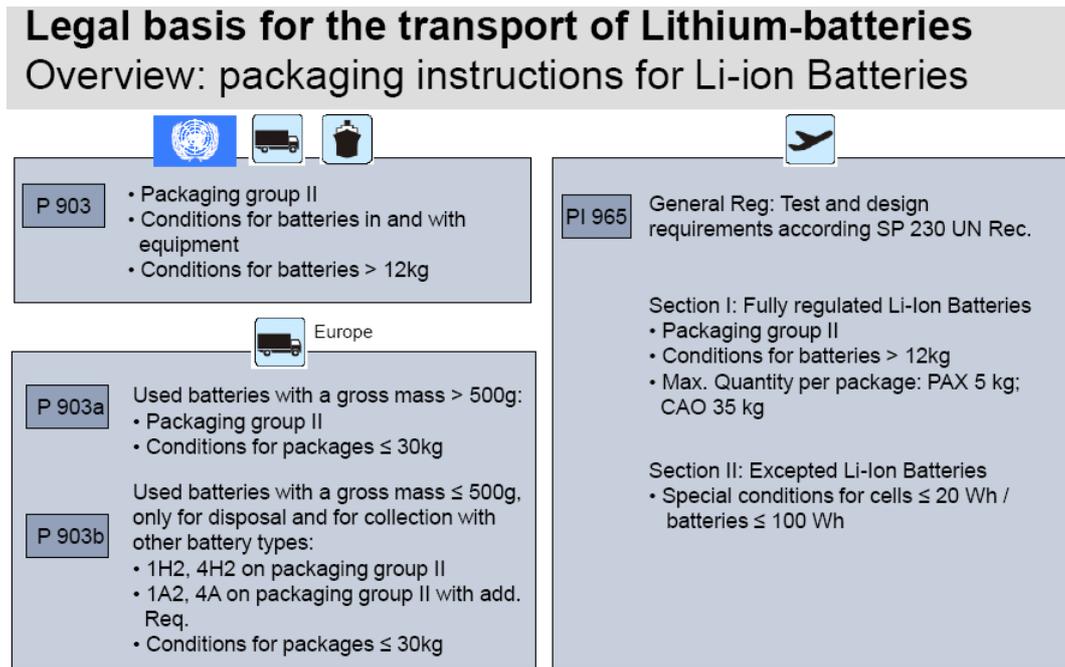
Aussi, un groupe ad hoc a reçu mandat officiel du sous-comité d'expert ONU-TMD (<http://www.unece.org/trans/danger/danger.htm>), en 2008, afin de préparer une révision des recommandations ONU pour les batteries au Lithium, en appui au sous-comité d'experts en charge du travail global de révision des textes. L'autorité compétente française (MTMD, rattachée à présent au MEEDDM) y est très présente et active et travaille en bonne intelligence avec le DOT, autre autorité compétente motrice dans le domaine (aux USA, de fortes pressions subsistent pour un renforcement de la législation dans le domaine du transport aérien, notamment de la part de l'association ALPA regroupant les pilotes de lignes).

Malgré l'activité soutenue des groupes de travail, et de ce groupe ad hoc en particulier, œuvrant à la mise à jour du règlement type et du manuel d'essais et critères constituant les deux tomes du « livre orange » (recommandations des nations Unies pour le transport des marchandises dangereuses), l'accompagnement réglementaire suit le développement des batteries de puissance, et notamment celles basées sur les technologies Lithium-ion et lithium métal avec un certain décalage temporel.

Concrètement, la révision complète de la section 38.3 du « Manuel des tests et critères » (qui traitent des modalités d'épreuves des batteries) devrait être approuvée à la 38e session du sous-comité qui se tiendra en décembre 2010. Dans ce cas, son applicabilité sera entérinée en 2011 (6e édition révisée du Manuel de tests et critères et 17e édition révisée des Recommandations ONU pour le TMD à paraître début 2011). Mais en pratique, les règlements modaux (route, rail, maritime, air...) suivent avec un décalage de 1 à 3 ans, compte-tenu du fonctionnement respectif des instances en charge de faire évoluer ces divers règlements (les seuls qui font foi, le livre orange n'ayant pas de valeur juridique), dans les différentes régions du globe.

Des accords multilatéraux ont été signés par quelques pays membres de l'UE permettant un transport temporairement dérogatoire aux dispositions spéciales SP188 et SP230 prévues dans les règlements de transport terrestre et ferroviaires. Il s'agit de faciliter le transport de grosses batteries de puissance ne se prêtant pas à certaines exigences de ces dispositions spécifiques.

Il s'agit des accords multilatéraux M219 (ADR) et 2/2010 (RID) que la France s'apprête à signer à son tour (en examen officiel lors de la réunion CITMD du 8 octobre 2010).



**Figure 11 : Instructions d’emballages récemment élaborées relatif au transport terrestre et aérien, source SBlimotive (2010)**

Par ailleurs, des questions restent en suspens : celles-ci sont a priori bien identifiées et ont fait l'objet de premières discussions lors de la 37e session du sous-comité d'experts ONU-TMD. Parmi les questions en suspens, on signalera en particulier les aspects suivants : Les recommandations ONU ainsi que la réglementation maritime (code IMDG) en matière de transport de batteries usagées au lithium sont à définir (vide juridique).

En la matière, différents types de batteries usagées peuvent être dénombrées :

- Les batteries « hors état neuf » qui au cours de leur cycle de vie sont identiques en termes de qualité et sécurité à des batteries neuves
- Celles qui atteignent leur fin de vie sans autre défaut particulier qu'une baisse critique de performance (capacité résiduelle critique atteinte)
- Les batteries présentant un défaut

En phase de développement, comme en phase de production, certaines batteries identifiées comme défectueuses doivent néanmoins pouvoir être transportées pour leur réparation ou pour l'analyse des défauts, sans qu'on puisse les sécuriser en les déchargeant complètement, au cours de leur cycle de vie.

D'une manière générale, le cadre réglementaire des batteries présentant des défauts doit être défini (tous modes de transport confondus).

On signalera aussi que les supercapacités (ou supercondensateurs), qui sont d'autres systèmes de stockage d'énergie susceptibles d'être impliqués dans le déploiement de la filière électrique en France et en Europe, sont en passe d'être reconnues comme matière dangereuse spécifique (risque chimique et électrique) en intégrant la classe 9 sous un numéro spécifique (non attribué à ce jour). Cette option qui devrait être entérinée aux Nations-Unies en Décembre 2010 constitue une amélioration significative en matière de maîtrise des risques, en harmonisant les procédures, très diverses, jusqu'ici appliquées en fonction du contenu de l'électrolyte et/ou des exigences des clients !

Enfin, il est utile de préciser qu'un véhicule électrique (équipé de sa batterie et autres équipements associés à l'électrification) n'est pas considéré comme une marchandise dangereuse, le véhicule, en tant que tel, étant comme nous l'avons vu largement réglementé par ailleurs.

Pour compléter les informations données dans cette section sur le degré de couverture du risque au transport des systèmes de stockage d'énergie, le lecteur trouvera un examen approfondi de la situation réglementaire actuelle et en devenir en matière de transport des batteries neuves et usagées dans les présentations évoquées ci-dessus et d'autres sur le site de l'association Recharge (lien internet :

[http://www.rechargebatteries.org/html/waste\\_used\\_lithium\\_batteries\\_t.html](http://www.rechargebatteries.org/html/waste_used_lithium_batteries_t.html))

### 3.1.5 Impact d'autres directives sur l'automobile

#### 3.1.5.1 La sécurité électrique en charge (directive basse tension 2006/95/CE)

La sécurité électrique lorsque le véhicule n'est pas connecté au réseau est pris en charge par le règlement 100 et le règlement 10.

Afin de couvrir l'ensemble des situations il peut être envisagé de réaliser un amendement au règlement 100 pour prendre en compte la situation du véhicule (chargeur) connecté au réseau. Ceci est rendu nécessaire du fait de la difficulté d'identifier à terme le « composant » chargeur dans un véhicule, celui-ci faisant partie intégrante de l'électronique de gestion et de contrôle, mais également par l'exclusion du véhicule électrique du champ d'application de la directive basse tension.

Aujourd'hui la norme NF EN 61851 traite du sujet véhicule en charge et est applicable aux systèmes pour la charge des véhicules routiers électriques à des tensions alternatives normalisées jusqu'à 690 V et à des tensions continues jusqu'à 1 000 V, ainsi que pour l'alimentation en énergie électrique, pour tout service auxiliaire du véhicule pendant la connexion au réseau électrique. Cette norme entre dans le champ d'application de la Directive Basse Tension (DBT).

Les exigences sécuritaires abordées dans la norme NF EN 61851 à, potentiellement, intégrer au règlement 100 sont, pour les différents modes de charge suivants:

Pour le mode 1 aucune fonction supplémentaire n'est nécessaire

Pour les fonctions associées aux modes de charge 2, 3 et 4 (cf. § 3.4) sont intégrées de manière obligatoire :

- La vérification du raccordement correct du véhicule (et son immobilisme).
- La vérification en permanence de la continuité du conducteur de mise à la terre de protection.
- La vérification de la mise sous tension du système.
- La vérification de la mise hors tension du système.
- La vérification de la sélection de la puissance de charge (manuelle ou automatique).

Pour les fonctions associées aux modes de charge 2, 3 et 4 (cf. § 3.4.3.4) sont intégrés de manière facultative :

- La détermination des besoins de ventilation de l'emplacement de charge.
- La détection/ajustement en temps réel de la puissance disponible sur le système d'alimentation.
- La présence du circuit pilote.
- La retenue/libération du connecteur.
- Le contrôle du flux d'énergie bidirectionnel vers et à partir du véhicule.
- La transmission de données série.
- D'autres fonctions supplémentaires peuvent être combinées.

En ce qui concerne la protection contre les chocs électriques le règlement 100 pourrait éventuellement prendre en compte certaines exigences de la norme NF EN 61851, notamment:

- ✓ En conception, le système de charge doit être conçu pour limiter l'injection de courants harmoniques, de courants continus et de courant non sinusoïdaux qui pourraient affecter le bon fonctionnement des dispositifs de coupure différentiel ou d'autres équipements en conditions normales, de dysfonctionnement ou en cas de défaut simple,.
- ✓ L'interface électrique conductive entre le véhicule et son alimentation doit être conforme aux standards ad hoc.
- ✓ Les socles, prises mobiles, doivent être conformes aux standards ad hoc (véhicule en charge).
- ✓ Lorsque le câble de charge fait partie du véhicule de façon permanente. Ce câble doit être conforme aux standards ad hoc.

### 3.1.5.2 Protection du public face aux expositions aux champs électromagnétiques (de 0 Hz à 300 GHz), directive 1999/519/EC

Lorsque le pack batterie servant à la traction du véhicule se situe à l'arrière de ce dernier, et que le moteur est situé à l'avant du véhicule, une boucle transitant des courant élevés circule dans le véhicule. Les occupants du véhicule se trouvent alors soumis à un champ électromagnétique d'autant plus important que la largeur de la boucle est importante.

Dans le but de protéger les utilisateurs, il existe une recommandation européenne (1999/519/CE) concernant l'exposition du public aux champs électromagnétiques (de 0 Hz à 300 GHz) parue au journal officiel le 30 juillet 1999.

| Gamme de fréquences | Champ E (V/m)     | Champ H (A/m)      | Induction (μT)     | Densité équivalente en onde plane (W/m <sup>2</sup> ) |
|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------|---|
| 0-1 Hz              |                   | $3,2 * 10^4$       | $4 * 10^4$         |   |
| 1-8 Hz              | 10000             | $3,2 * 10^4 / F^2$ | $4 * 10^4 / F^2$   |   |
| 8-25 Hz             | 10000             | $4000 / F$         | $5000 / F$         |   |
| 0,025-0,8 kHz       | $250 / F$         | $4 / F$            | $5 / F$            |   |
| 0,8-3 kHz           | $250 / F$         | 5                  | 6,25               |   |
| 3-150 kHz           | 87                | 5                  | 6,25               |   |
| 0,15-1 MHz          | 87                | $0,73 / F$         | $0,92 / F$         |   |
| 1-10 MHz            | $87 / F^{1/2}$    | $0,73 / F$         | $0,92 / F$         |   |
| 10-400 MHz          | 28                | 0,073              | 0,092              | 2   |
| 400-2000 MHz        | $1,375 * F^{1/2}$ | $0,0037 * F^{1/2}$ | $0,0046 * F^{1/2}$ | $F/200$   |
| 2-300 GHz           | 61                | 0,16               | 0,20               | 10  |

**Tableau 3 : Niveaux de référence pour les champs électriques, magnétiques et électromagnétiques, exposition du public**

### 3.1.5.3 Protection des travailleurs face aux expositions aux champs électromagnétiques (de 0 Hz à 300 GHz), directive 2004/40/EC

La directive 2004/40/EC porte sur les risques qu'entraînent, pour la santé et la sécurité des travailleurs, les effets reconnus nocifs à court terme sur le corps humain, causés par la circulation de courants induits et par l'absorption d'énergie, ainsi que par les courants de contact.

Le tableau ci-dessous indique les niveaux de référence à ne pas dépasser.

| Gamme des fréquences | Densité de courant pour la tête et le tronc J (mA/m <sup>2</sup> ) (valeur efficace) | Moyenne DAS pour l'ensemble du corps (W/kg) | DAS localisé (tête et tronc) (W/kg) | DAS localisé (membres) (W/kg) | Densité de puissance S (W/m <sup>2</sup> ) |
|----------------------|--|---|-------------------------------------|-------------------------------|--|
| Jusqu'à 1 Hz         | 40   | -   | -                                   | -                             | -  |
| 1 - 4 Hz             | 40/f   | -   | -                                   | -                             | -  |
| 4 - 1 000 Hz         | 10   | -   | -                                   | -                             | -  |
| 1 000 Hz - 100 kHz   | f/100  | -   | -                                   | -                             | -  |
| 100 kHz — 10 MHz     | f/100  | 0   | 10                                  | 20                            | -  |
| 10 MHz - 10 GHz      | -  | 0   | 10                                  | 20                            | -  |
| 10 GHz — 300 GHz     | -  | -   | -                                   | -                             | 50   |

**Tableau 4 : Niveaux de référence pour les champs électriques, magnétiques et électromagnétiques, exposition des travailleurs**

#### 3.1.5.4 Le recyclage du véhicule électrique, la directive Véhicule Hors d'Usage 2000/53/CE

La directive 2000/53/CE s'applique aux véhicules, y compris ses composants et matériaux. Les objectifs de cette directive sont de limiter la production de déchets (interdiction de certaines substances, intégrer le recyclage dès la conception...), organiser la collecte et le traitement des déchets, privilégier la réutilisation et la valorisation des déchets

Elle impose :

- un taux de réutilisation et de valorisation (en poids moyen par véhicule et par an) de :
  - 85% au plus tard le 1er janvier 2006;
  - 95% au plus tard le 1er janvier 2015.
  
- un taux de réutilisation et de recyclage (en poids moyen par véhicule et par an) de :
  - 80% au plus tard le 1er janvier 2006;
  - 85% au plus tard le 1er janvier 2015.

La masse de la batterie de traction correspond à environ 20% du poids du véhicule électrique. La problématique du recyclage de la batterie de traction devient donc un enjeu majeur pour le véhicule électrique.

#### 3.1.5.5 Le recyclage de la batterie de traction du véhicule, la directive Batterie 2006/66/CE

Les piles et les batteries sont des sources d'électricité générées par énergie chimique. Celles-ci peuvent être constituées d'une ou plusieurs piles. Par exemple, les petites piles rectangulaires de 9V sont constituées de six piles individuelles de 1,5V connectées en série et conditionnées en un seul élément.

Les packs batterie comprennent plus d'un élément et peuvent avoir des fixations, des câbles, etc. Ils sont utilisés comme un seul élément par l'utilisateur. Bien que défini par la directive, il n'existe pas d'exigences particulières pour les packs batterie qui sont supposés être des «batteries».

Les producteurs sont responsables du financement de la collecte, du traitement et du recyclage des batteries usagées. Sont considérés producteurs au sens de la directive les fabricants, importateurs, vendeurs... de batteries.

La batterie de service du véhicule (identique à celle d'un véhicule thermique) est de type automobile alors que la batterie de traction du véhicule est considérée de type industrielle.

Pour ces deux types les objectifs de récupération sont de 100% (sites enfouissement et d'incinération interdits), les obligations pour les producteurs sont les mêmes : tous doivent s'enregistrer, collecter et recycler les batteries (ou adhérer à un programme qui le fait), avec une petite nuance pour le type industriel qui peut prendre des dispositions différentes avec ses clients.

## 3.2 Incidence de la normalisation en conception d'un Véhicule Electrique M1 ou N1

### 3.2.1 La technologie Lithium-Ion

Les batteries basées sur la technologie Lithium-Ion sont un des moyens efficaces de remplacement du système de stockage d'énergie pour la propulsion électrique des véhicules.

Les exigences des systèmes de batteries Lithium-Ion utilisées comme source d'énergie pour la propulsion des véhicules routiers électriques sont sensiblement différentes de celles des batteries utilisées pour l'électronique grand public ou stationnaire.

#### 3.2.1.1 Tests de la batterie Lithium-Ion selon la norme ISO 12405

La norme internationale ISO 12405 définit des procédures d'essais spécifiques pour les packs de batteries au Lithium-Ion et des systèmes spécialement développés pour la propulsion des véhicules routiers. Elle spécifie les essais et les domaines connexes visant à garantir que la batterie, ou le système, est en mesure de répondre aux besoins spécifiques de l'industrie automobile.

Elle permet aux fabricants de véhicules de choisir les méthodes d'essais pour évaluer les caractéristiques d'un pack batterie ou d'un système pour leurs besoins spécifiques.

Les spécifications concernant les éléments de batterie ou des modules sont données dans la norme CEI 61982, parties 4 et 5 (cf. § 3.2.1.2 et § 3.2.1.3).

Les essais décrits dans cette partie de la norme s'articulent autour de 4 thématiques : les essais généraux, les essais de performance, les essais de fiabilité, les essais abusifs.

**Les essais généraux :** Ils définissent les cycles standards permettant de garantir que l'ensemble des essais seront réalisés dans des conditions initiales similaires (un cycle standard est effectué au début de chaque essai).

Un cycle standard, une charge standard et une décharge standard sont définis dans cette partie.

**Les essais de performances :** Ils permettent de mesurer :

- ✓ L'énergie et la capacité de la batterie à différentes températures (de - 18°C à + 40°C).
- ✓ La puissance et la résistance interne de la batterie en fonction des conditions de charge et de décharge.
- ✓ La perte de capacité de la batterie quand cette dernière n'est pas connectée à une charge, ainsi qu'en stockage.
- ✓ La puissance à températures extrêmes (- 18°C / + 50°C si autorisées par le constructeur).
- ✓ L'efficacité énergétique déterminée par calcul à partir d'un profil d'impulsions.
- ✓ La détermination du cycle de vie de la batterie.

**Les essais de fiabilité :** Ils consistent en des essais de chocs thermiques, de vibration, de chocs et d'hygrométrie élevée.

**Les essais abusifs :** Ils permettent de vérifier le fonctionnement des protections contre les courts circuits, la surcharge et la sous-charge de la batterie.

### 3.2.1.2 Tests des cellules de batterie Lithium-Ion, la norme **IEC 62660** (ex IEC 61982-4)

Cette norme spécifie les essais de performances et de cycle de vie des cellules des batteries Lithium-Ion utilisées pour la propulsion des véhicules électriques et des véhicules hybrides.

Son objectif est de définir des procédures d'essais pour obtenir l'essentiel des caractéristiques des cellules Lithium-Ion pour les applications de batteries de traction des véhicules électriques et hybrides (capacité, puissance, densité énergétique, cycle de vie...).

Cette norme définit les procédures d'essais normalisées et les conditions d'essai de base permettant de caractériser les performances des cellules Lithium-Ion pour les applications de propulsion du véhicule, indispensables pour assurer un haut niveau performance et collecter les données essentielles sur les cellules.

Les essais spécifiés sont du même ordre que ceux déclinés sur le pack complet, décrit précédemment (cf. § 3.2.1.1).

### 3.2.1.3 La sécurité des cellules Lithium-Ion, la norme **IEC 61982-5**

Cette partie de la norme IEC 61982 spécifie les essais pour le fonctionnement sécuritaire des batteries Lithium-Ion en regard de l'utilisation prévue et de l'utilisation abusive raisonnablement prévisible pour les applications de propulsion du véhicule électrique.

L'objectif de cette norme est de fournir des conditions d'essai permettant de vérifier les caractéristiques de sécurité de base des cellules Lithium-Ion utilisées dans les batteries de traction des véhicules électriques et hybrides.

Cette norme permet la classification standard des résultats d'essais, mais ne conditionne pas de critère d'acceptation pour les essais de sécurité.

### 3.2.2 Sécurité et protection contre les défaillances

La norme ISO 6469 traite des spécifications de sécurité. Elle est décomposée en 3 parties :

- ✓ Partie 1 : le stockage d'énergie rechargeable à bord du véhicule.
- ✓ Partie 2 : la sécurité fonctionnelle et la protection contre les défaillances.
- ✓ Partie 3 : la protection des personnes contre les chocs électriques.

#### 3.2.2.1 Aspects sécuritaires liés au stockage d'énergie rechargeable à bord du véhicule, la norme ISO 6469-1

Cette partie de l'ISO 6469 s'applique uniquement au stockage d'énergie, pour la propulsion du véhicule intégré à bord de celui-ci et pour des tensions de classe B (voir Figure 13 : Classes de tension).

La norme ISO 6469 partie 1 traite spécifiquement des exigences concernant le RESS (Rechargeable Energy Storage System en français système de stockage de l'énergie rechargeable à bord du véhicule), des véhicules routiers, y compris la batterie des véhicules électriques, des véhicules à pile à combustible et des véhicules électriques hybrides, dans le but de garantir la protection des personnes à l'intérieur et à l'extérieur du véhicule, ainsi que son environnement.

L'ISO 6469-1 décompose les exigences du RESS en 3 axes principaux :

- ✓ Les exigences spécifiques au RESS.
- ✓ La protection en cas de court-circuit.
- ✓ Les exigences de tenue aux chocs.

#### **AXE 1 : Exigences spécifiques au RESS**

##### a) La résistance d'isolation :

L'ensemble des composants du RESS ne doivent pas être reliés électriquement au reste du véhicule. C'est-à-dire que les deux pôles du RESS (positif et négatif) sont électriquement isolés du châssis du véhicule (appelé également masse électrique).

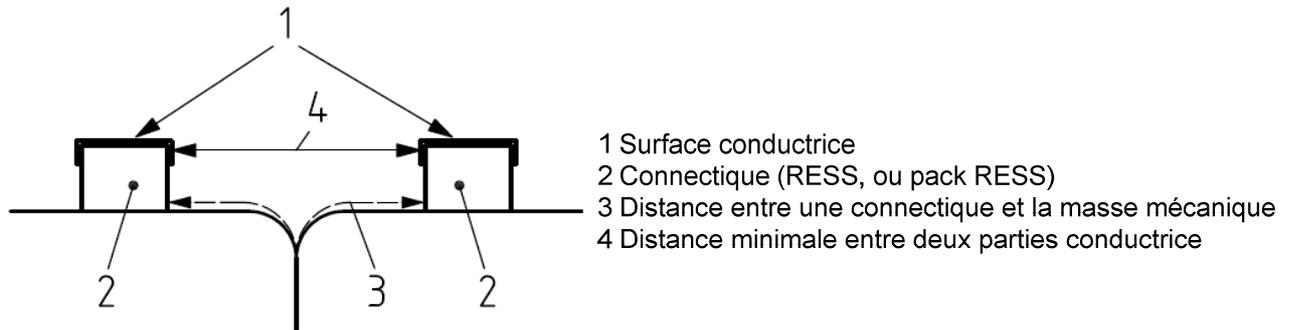
Cette résistance d'isolation est mesurée. Pour des raisons de sécurité, la plus petite des résistances mesurées (positif/châssis ou négatif/châssis) sera la résistance pertinente.

Dans la première partie de l'ISO 6469-1 sont décrits :

- les conditions d'essai (température, hygrométrie, état de charge,...),
- la méthode de mesure,
- le critère d'acceptation ( $R_{\min} = 100 \Omega/V$  en D.C. et  $500 \Omega/V$  en A.C.).

b) Les distances minimums entre les bornes :

Elle spécifie également les distances minimales entre les deux bornes d'un RESS (dont la tension de fonctionnement est supérieure à 60 V) en raison, par exemple d'une fuite d'électrolyte dans des conditions normales de fonctionnement.



**Figure 12 : Plan mécanique de la connectique d'un RESS**

**NB :** Pour les technologies ne permettant pas la fuite d'électrolyte, la norme appropriée est la norme IEC 60664-1 traitant de l'isolement des matériels pour des systèmes basse tension.

c) Exigences relatives aux émissions de gaz dangereux et autres substances dangereuses :

Afin d'éviter une explosion, un incendie ou des risques toxiques, les exigences suivantes s'appliquent lorsque des gaz dangereux ou d'autres substances peuvent être émis par le RESS, tout en prenant en compte les conditions environnementales d'utilisation normale.

Dans le véhicule aucune concentration dangereuse de gaz ou autres déchets potentiellement dangereux n'est autorisée, que ce soit dans le compartiment moteur, habitacle ou dans les compartiments de charge.

d) Exigences relatives aux élévations de température :

Elle conseille le monitoring de la tension, du courant ou de la température afin de prévenir des risques d'incendie suite à un défaut unique.

**AXE 2 : Protection en cas de court-circuit**

Si le RESS ne possède pas de protection contre les courts-circuits, alors un équipement additionnel de coupure, capable d'ouvrir le circuit en cas de surcharge pourra être implanté afin d'éviter un effet néfaste pour les personnes, le véhicule et son environnement.

### **AXE 3 : Exigences de tenu au « crash »**

Ces exigences spécifiques au « crash », en conformité avec les règlements nationaux et internationaux ont pour but :

- ✓ La protection des occupants (pas de pénétration dans l'habitacle du RESS localisé à l'extérieur de l'habitacle, sinon des mouvements limités sont autorisés, permettant d'assurer la sécurité des occupants. Aucune fuite d'électrolyte ne doit s'échapper vers le compartiment passager pendant et après l'impact).
- ✓ La protection des tiers, la batterie ne doit pas être éjectée du véhicule après un impact et venir blesser un tiers.
- ✓ Dans le cas d'un impact, le système d'alimentation électrique doit être protégé contre les effets d'un court-circuit (avec potentiellement les mêmes systèmes que cités ci-dessus).

#### **3.2.2.2 La sécurité des composants du pack batterie**

En ce qui concerne ce sujet, seule une norme concernant les cellules de technologie Lithium-Ion est à ce jour en préparation. Se référer au chapitre 3.2.1.3 La sécurité des cellules Lithium-Ion, la norme **IEC 61982-5**.

#### **3.2.2.3 La sécurité et la protection contre les défaillances, la norme ISO 6469-2**

La partie 2 de la norme ISO 6469 spécifie les exigences pour les moyens de sécurité opérationnelle et la protection contre les pannes liées à des risques spécifiques applicables aux véhicules routiers à propulsion électrique, y compris les véhicules électriques à batterie, véhicules à pile à combustible et les véhicules électriques hybrides, dans le but de garantir la protection des personnes à l'intérieur et à l'extérieur du véhicule ainsi que son environnement.

La norme ISO 6469-2 s'articule autour de 4 axes :

- ✓ La sécurité opérationnelle.
- ✓ La protection contre les pannes.
- ✓ Le manuel utilisateur.
- ✓ L'information des secours.

### **AXE 1 : la sécurité opérationnelle**

Le nombre d'actions nécessaires au passage d'un mode à l'autre est décrit dans cette norme :

- deux actions distinctes minimums pour passer de l'état éteint à la mise en marche avec indication (permanente ou temporaire) au conducteur que le système de propulsion est prêt à entraîner le véhicule.
- une action est nécessaire pour passer du véhicule en fonctionnement au véhicule éteint. Si le véhicule est éteint alors il ne peut pas être déplacé par le système de propulsion électrique.
- après une coupure du véhicule (automatique ou manuelle), il n'est possible de mettre en marche le système qu'en passant par la procédure du premier point.
- deux actions distinctes sont nécessaires pour passer de la marche avant à la marche arrière (1 seul en cas de conduite lente ou si le véhicule est à l'arrêt).

Elle définit également que si le système de stockage d'énergie pour la propulsion du véhicule peut être rechargé de manière externe par l'utilisateur, alors, le véhicule ne pourra pas se déplacer par son propre système de propulsion tant qu'il sera connecté à l'alimentation externe (chargeur, réseau,...).

Elle spécifie aussi que, si le niveau de charge du véhicule est bas, entraînant un impact sur les performances de ce dernier, l'information de niveau d'énergie doit être remontée au conducteur. A cet instant, il est encore possible de sortir le véhicule du trafic par son propre système de propulsion, et que, s'il n'y a pas d'indépendance énergétique pour les systèmes auxiliaires, la réserve d'énergie doit être suffisante pour alimenter le système d'éclairage.

Enfin, si le véhicule est équipé d'un système de limitation de puissance automatique, et qu'il est activé, une indication doit également être remontée au conducteur.

La norme 6469-2 indique que chaque fonction électrique ou électronique, qui pourrait affecter la sécurité du véhicule, doit être immunisée contre les conditions environnementales auxquelles elle sera exposée en fonctionnement normal et doit subir des essais de susceptibilité électromagnétique en renvoyant sur l'ISO 11451-2 (au moins 30V/m).

De plus, en ce qui concerne les émissions électromagnétiques, les standards nationaux ou internationaux (CISPR 12) sont applicables.

Ces exigences sont reprises par le règlement de Genève R10.03 (cf. §3.1.1.4), la directive concernant la protection du public face aux expositions aux champs électromagnétiques (cf. § 3.1.5.2) et la directive concernant la protection des travailleurs (cf.3.1.5.3).

### **AXE 2 : la protection contre les pannes**

En ce qui concerne la conception, la norme ISO 6469 contient des exigences en ce qui concerne la protection contre les pannes, par exemple, la chaîne de traction doit être désénergisée lorsque le contact du véhicule est coupé.

Un monitoring doit être implémenté afin de détecter efficacement une panne unique.

La conception du véhicule doit minimiser les risques d'accélération, de décélération ou de changement d'ordre de marche accidentels.

### **AXE 3 : le manuel utilisateur**

Afin d'informer l'utilisateur des spécificités de son véhicule, le constructeur doit concevoir un manuel utilisateur couvrant le véhicule dans sa globalité.

#### **AXE 4 : information des secours**

Le constructeur doit fournir aux services de secours l'ensemble des informations nécessaires à l'intervention sur le véhicule tout en garantissant leur sécurité dans le cadre d'accident.

##### **3.2.2.4 La protection des personnes contre les chocs électriques la norme ISO 6469-3**

La norme ISO 6469-3 traite plus particulièrement de la spécification des exigences de protection des personnes contre les chocs électriques à l'intérieur et à l'extérieur du véhicule pour les véhicules routiers à propulsion électrique.

Elle s'applique uniquement à des véhicules électriques dont la tension de travail maximale dans la plage de tension de la classe B (voir Figure 13 : Classes de tension).

Pour cela elle prévoit :

- ✓ le marquage des composants,
- ✓ des mesures et des exigences pour la protection des personnes contre les chocs électriques,
- ✓ les procédures d'essais permettant de vérifier la protection des personnes contre les chocs électriques,
- ✓ les exigences concernant la sécurité du véhicule en cas de « crash ».

##### a) Le marquage

La norme ISO 6469-3 propose un marquage (voir Figure 14) sur ou proche des zones de tension de classe B, sur les protections contre les contacts directs ou aux endroits où cela semble nécessaire.

| Classe de tension | Tension maximum    |                    |
|-------------------|--------------------|--------------------|
|                   | D.C.               | A.C.               |
|                   | V                  | V (rms)            |
| A                 | $0 < U \leq 60$    | $0 < U \leq 30$    |
| B                 | $60 < U \leq 1500$ | $30 < U \leq 1000$ |

**Figure 13 : Classes de tension**



**Figure 14 : Marquage des composants de tension de classe B**

b) Des mesures et des exigences pour la protection des personnes contre les chocs électriques

La norme ISO 6469-3 suggère des protections de base et additionnelles des parties conductrices électrisées (pour les tensions de classe B). Elle suggère également la liaison à la masse châssis de ces protections si ces dernières sont réalisées dans un matériau conducteur.

La norme définit les indices de protection suivants :

- ✓ IPXXB au minimum pour les protections de manières générales ainsi que les connectiques,
- ✓ IPXXD lorsque celles-ci sont situées à l'intérieur du compartiment passagers.

Elle définit les caractéristiques de la résistance d'isolation du circuit électrique classe B vis-à-vis de la masse électrique (comme le § 3.2.2.1 Aspects sécuritaires liés au stockage d'énergie rechargeable à bord du véhicule, la norme **ISO 6469-1**), les tensions diélectriques, l'impédance de la ligne électriques, le monitoring associés à ces sécurités ainsi que les différentes méthodes d'essai associées.

Elle définit également, des exigences concernant la prise de charge du véhicule.

- ✓ Elle mentionne qu'une seconde après la déconnexion de la prise de charge du véhicule au secteur (installation domestique, public,...) la tension aux bornes de la connectique véhicule doit être inférieure à 30 V A.C. ou 60 V D.C. Cette exigence n'est valable que si la connectique ne remplit pas l'exigence mentionnée ci-dessus (indice de protection minimum IPXXB).
- ✓ Enfin, lors du chargement du véhicule sur la prise secteur, le châssis du véhicule devra être relié à la terre.

c) Les procédures d'essais permettant de vérifier la protection des personnes contre les chocs électriques

Dans ce paragraphe la norme ISO 6469-3 énonce les méthodes de mesure de la résistance d'isolation du circuit électrique vis-à-vis de la masse châssis, tel que décrit dans § 3.2.2.1 (Aspects sécuritaires liés au stockage d'énergie rechargeable à bord du véhicule, la norme **ISO 6469-1**).

Elle cite également des essais de tenue diélectrique au niveau du véhicule permettant de justifier la pertinence des barrières de protection ainsi que des essais de continuité électrique entre le châssis du véhicule et les barrières de protection (dont la nature du matériau est conductrice).

d) Les exigences concernant la sécurité du véhicule en cas d'impact

Ce paragraphe rappelle que les essais de choc (frontal ou latéral) du véhicule doivent être réalisés conformément aux normes ou aux règlements nationales ou internationales applicables (cf. § 3.1.1.2).

### 3.2.3 Normes relatives aux essais environnementaux

#### 3.2.3.1 Normes relatives aux essais de compatibilité électromagnétique

Les essais de compatibilité électromagnétique se divisent en deux grandes familles, les essais d'émission et les essais de susceptibilité.

Les essais d'émission permettent de mesurer ce qu'un équipement émet dans le but de vérifier qu'il ne perturbera pas le fonctionnement d'autres équipements. Plusieurs normes régissent les essais d'émission, le véhicule électrique n'a pas engendré d'adaptation des normes, en dehors des conditions d'essais du véhicule électrique nommé dans la norme CISPR 12.

De nombreuses normes spécifient les niveaux de susceptibilité, c'est-à-dire le niveau de perturbations, qu'un équipement doit supporter. Dans le cadre de la directive automobile seuls les équipements (entités) sécuritaires sont soumis aux essais d'immunité (testé au niveau entité ou au niveau véhicule). Cependant avec l'arrivée du véhicule électrique, de nouvelles questions se posent quant à l'interface de celui-ci avec le secteur que ce soit dans un environnement privé ou public. Aucune norme ne traite des essais d'immunité véhicule en charge, cependant les normes ci-après traitent de la particularité véhicule électrique :

- La norme ISO 6469 renvoie sur la norme ISO 11451-2 en ce qui concerne les essais de susceptibilité électromagnétique (au moins 30V/m).
- La norme ISO 6469 renvoie intégralement sur la norme CISPR 12 en ce qui concerne les essais d'émission.

### 3.3 Production série

#### 3.3.1 Fabrication et Intégration dans le véhicule

Lors de la fabrication de batterie, les protections à prendre sont les même que lors de la production de batteries de même composition chimique à destination des autres secteurs de l'industrie.

En ce qui concerne l'intégration de la batterie dans le véhicule, à partir de l'instant où le véhicule sera électrifié, alors des précautions pour les opérateurs seront à prendre telles que décrites dans le cadre de l'habilitation électrique des professionnels (cf. paragraphe 3.5.3 Intervention sur le véhicule électrique, travaux sous tension et habilitation des personnes).

#### 3.3.2 Stockage

La problématique du stockage des matières premières, de la batterie de traction, ou du véhicule est un point important de la maîtrise des risques liés à la filière véhicules électriques. A ce jour aucun texte traitant de l'évaluation des risques ou des sécurités à mettre en place n'a été détecté.

#### 3.3.3 Transport de la cellule ou de la batterie au Lithium

La norme EN 62281 spécifie l'ensemble des essais à réaliser sur les accumulateurs et leur packaging afin de se prémunir des dangers relatifs aux transports et au stockage des éléments au Lithium, tel que :

- ✓ l'élévation anormale de la température au-delà d'un seuil critique défini par le fabricant,
- ✓ libération de pression interne excessive ou rupture violente pendant le transport,
- ✓ le court-circuit pendant le transport et dans les conditions normales d'utilisation,
- ✓ les courants inverses dangereux dans le cas de montages parallèles.

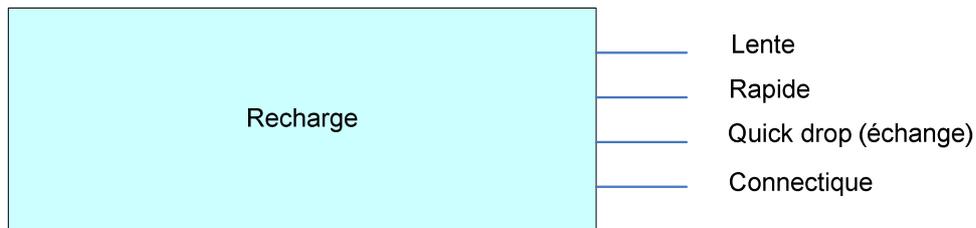
Le but de cette norme est de définir des essais permettant de simuler et donc de prévenir les dangers en :

- ✓ assurant l'intégrité du scellement des éléments et des batteries ainsi que les connections électriques internes par des essais de cyclage thermique,
- ✓ reproduisant les vibrations subies lors d'un transport ainsi que les manutentions brutales pendant le transport (sur le packaging et sur la cellule ou l'accumulateur),
- ✓ simulant un court-circuit suites à un choc,
- ✓ vérifiant l'aptitude à supporter une surcharge, une décharge forcée.

Il semble que la problématique du transport de batterie de gros volumes (plusieurs centaines de kilogrammes) n'est pas, à ce jour, prise en compte dans les textes réglementaires et normatifs liés au transport de matières dangereuses. Un travail d'évaluation des risques semble nécessaire afin d'autoriser la circulation de ces composants en toute sécurité (cf. § 3.1.4).

### 3.4 Recharge

Différents mode de recharge du véhicule sont envisagés, charge lente, charge rapide ou l'échange batterie (Quick drop). Elle peut se faire de plusieurs façons comme la recharge filaire (connexion au secteur) ou la recharge par induction.

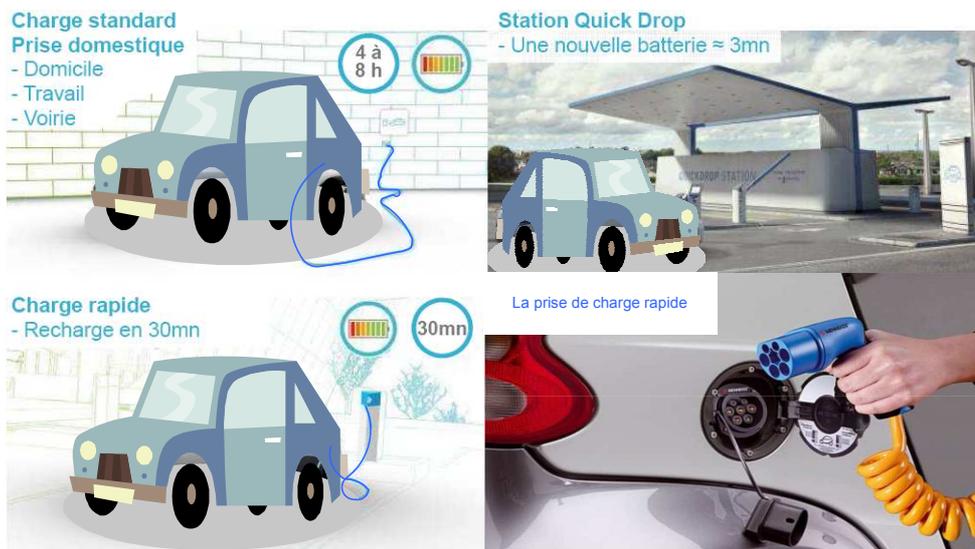


**Figure 15 : Le rechargement, ses différents modes**

La charge lente devrait, selon EDF, constituer 95% de l'utilisation sur stationnement urbain ou domestique, elle devrait durer environ 8 heures et nécessiterait une installation type domestique 16 A voir 32 A.

La charge rapide se ferait sur des emplacements dédiés et devrait durer moins d'une heure.

La dernière possibilité est l'échange de batterie appelé « quick drop » plébiscité entre autre par Renault par ses accords avec la société Better Place, entreprise qui vise à réduire la dépendance mondiale vis-à-vis du pétrole en créant des infrastructures pour les véhicules électriques à terme Better Place pourra fournir des bornes de recharge de batterie, des stations de remplacement de batterie...



**Figure 16 : Les différents modes de charge**

La multiplication des systèmes de charge, le nombre de constructeurs automobiles ainsi que le nombre de pays dans lesquels ces véhicules sont susceptibles d'être déployés nécessite une homogénéisation de la connectique et des modes de charges permettant la transparence pour l'utilisateur lors de la recharge de son véhicule.

| Type de charge | Puissance de charge | Durée de la charge pour une batterie 24kWh |
|----------------|---------------------|--|
| Normale        | 3 kWh ou 6 kWh      | 8 heures                                   |
| Semi rapide    | 23 kWh              | 1 heure                                    |
| Rapide         | 43 kWh              | 30 minutes                                 |

**Figure 17: Les différents types de charge**

### 3.4.1 Le chargeur, la norme IEC 61851

#### 3.4.1.1 Les caractéristiques de la recharge

Cette norme s'applique aux chargeurs internes et externes de véhicules électriques (incluant les hybrides rechargeables) dont les tensions d'alimentation peuvent aller jusqu'à 1000 V en A.C. et 1500 V en D.C.

Les aspects abordés comprennent les caractéristiques et les conditions de fonctionnement du dispositif d'alimentation, la connexion sur le véhicule, la sécurité électrique des opérateurs et des tiers ainsi que les caractéristiques à respecter lorsque le véhicule est mis à la terre.

##### a) Les différents modes possibles de recharge du véhicule

**Mode 1 :** connexion au secteur via une prise standardisée 16A n'excédant pas 250V A.C. en monophasé, ou 480V A.C. en triphasé en utilisant la puissance et les protections existantes.

**Mode 2 :** connexion au secteur via une prise standardisée 32A n'excédant pas 250V A.C. en monophasé, ou 480V A.C. en triphasé en utilisant la puissance et les protections existantes ainsi qu'une fonction de pilotage de la charge et un système de protection contre les chocs électriques.

**Mode 3 :** connexion au secteur via une prise dédiée au véhicule électrique où la fonction de pilotage s'étend au travers de la prise au contrôle des équipements.

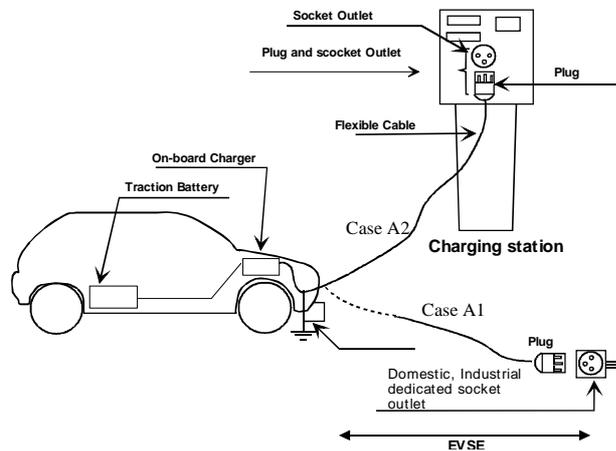
**Mode 4 :** connexion au secteur via un chargeur externe, où la fonction de pilotage s'étend au travers de la prise au contrôle des équipements.

| Mode de charge | Caractéristiques de charge                                  | Sécurité  | Prise infrastructure |
|----------------|---|---|----------------------|
| Mode 1         | charge alternative<br>16 A max<br>monophasée ou<br>triphasé | <u>Installation</u> : dispositif de<br>coupure différentielle<br><u>Véhicule</u> : protection<br>contre les surintensités | domestique standard  |
| Mode 2         | charge alternative<br>32 A max<br>monophasée ou<br>triphasé | Idem mode 1<br>+<br>Dispositif intelligent de<br>protection intégré au<br>câble   |                      |
| Mode 3         | charge alternative<br>monophasée ou<br>triphasé             | Idem mode 1<br>+<br>Dispositif intelligent de<br>protection intégré à<br>l'installation                                   | Prise Type 2, Type 3 |
| Mode 4         | charge en courant<br>continu                                | Idem mode 1<br>+<br>Dispositif intelligent de<br>protection, de contrôle<br>et câble intégrés à<br>l'installation         | Prise Type 2, Type 3 |

**Figure 18 : Caractéristiques des modes de recharge**

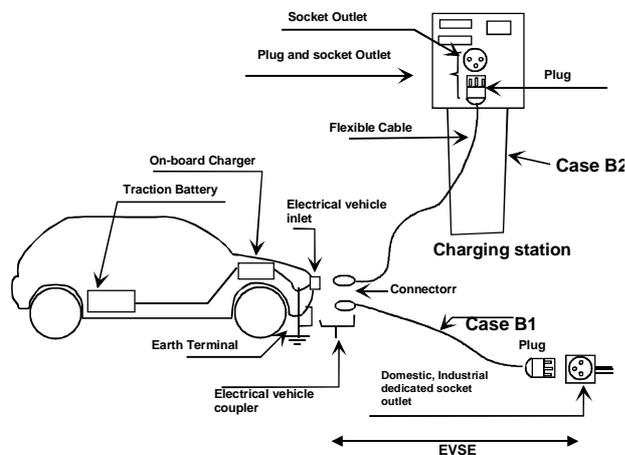
b) les classes de connexion

Classe A : connexion du véhicule électrique au réseau d'alimentation via un câble et une connectique solidaire au véhicule (cf. Figure 19).



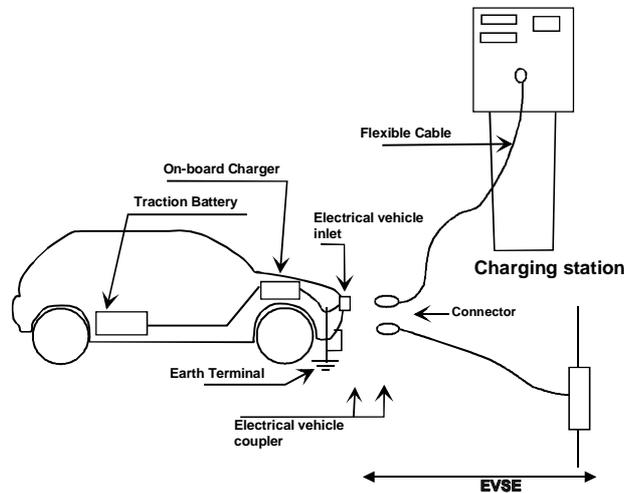
**Figure 19 : Connexion de classe A**

Classe B : connexion du véhicule électrique au réseau d'alimentation via un câble indépendant du véhicule (cf. Figure 20).



**Figure 20 : Connexion de classe B**

**Classe C** : connexion du véhicule électrique au réseau d'alimentation via un câble et une connectique spécifique véhicule électrique solidaire au véhicule (cf. Figure 21).  
La classe C est la seule autorisée pour la recharge de mode 4.



**Figure 21 : Connexion de classe C**

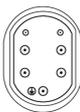
**NB** : Aucune rallonge ni aucun adaptateur ne sont autorisés pour la connexion du véhicule à l'alimentation sans qu'ils ne soient spécifiquement conçus par le constructeur du véhicule.

Dans cette norme sont également spécifiées les fonctions (obligatoires ou optionnelles) assurées par le pilotage de la recharge telles que,

- ✓ la vérification de la bonne connexion,
- ✓ la vérification permanente de la liaison à la terre,
- ✓ l'énergisation et la désénergisation du système.

Elle décrit également les différentes possibilités de connexion (Figure 23 : Différentes options de connexion), la description fonctionnelle des différentes connectiques et séquençement des connexions.

En ce qui concerne les caractéristiques de la connectique véhicule, la norme IEC 61851 renvoie sur la norme ISO 62196 (cf. § 3.4.2).

| Types de prises |   |   |  |
|-----------------|---|---|--|
|                 | Type-1  | Type-2  | Type-3   |
| Phase           | Monophasée  | Monophasée/ triphasée   | Monophasée/triphasée   |
| Courant         | 32 A  | 70 A (monophasée)<br>63 A   | 32 A   |
| Tension         | 250 V   | 500 V   | 500 V  |
| Nb broches      | 5   | 7   | 5 ou 7   |
| Prises          |  |  |  |

**Figure 22 : Types de prises source Schneider Electric**

| Contact number (j) | Standard        |                 | Basic           |                 | Example Universal    |                      | Coupler for D.C. charging (k) | Functions            |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------|----------------------|-------------------------------|----------------------|
|                    | Single phase    | Three phase     | Single phase    | Three phase     | High power A.C./A.C. | High power A.C./D.C. |                               |                      |
| 1                  | -               | -               | -               | -               | 500V<br>250A         | 600V<br>400A         | 1000V<br>400A (k)             | High power A.C./D.C. |
| 2                  | -               | -               | -               | -               | 500V<br>250A         | 600V<br>400A         | 1000V<br>400A (k)             | High power A.C./D.C. |
| 3                  | -               | -               | -               | -               | 500V<br>250A         | -                    | -                             | High power A.C./D.C. |
| 4                  | 250V<br>32A     | 480V<br>32A     | 250V<br>32A     | 480V<br>32A     | 480V<br>32A          | 480V<br>32A          |                               | L1                   |
| 5                  | -               | 480V<br>32A     | -               | 480V<br>32A     | 480V<br>32A          | 480V<br>32A          |                               | L2                   |
| 6                  | -               | 480V<br>32A     | -               | 480V<br>32A     | 480V<br>32A          | 480V<br>32A          |                               | L3                   |
| 7                  | 250V<br>32A     | 480V<br>32A     | 250V<br>32A     | 480V<br>32A     | 480V<br>32A          | 480V<br>32A          |                               | Neutral <sup>m</sup> |
| 8                  | Rated for fault      | Rated for fault      | (k)                           | PE                   |
| 9                  |                 |                 | 30V 2A          | 30V 2A          | 30V 2A               | 30V 2A               | (k)                           | Control pilot        |
| 10                 | -               | -               | -               | -               | 30V 2A               | 30V 2A               | (k)                           | Communication 1 (+)  |
| 11                 | -               | -               | -               | -               | 30V 2A               | 30V 2A               | (k)                           | Communication 2 (-)  |
| 12                 | -               | -               | -               | -               | 30V 2A               | 30V 2A               | (k)                           | Clean data earth     |
| 13                 | -               | -               | 30V 2A          | 30V 2A          | 30V<br>2A-           | 30V 2A               | (k)                           | Proximity(i)         |

**Figure 23 : Différentes options de connexion**

#### 3.4.1.2 La sécurité liée à la recharge

En ce qui concerne les exigences relatives à la protection contre les chocs électriques liés au chargeur interne au véhicule, la norme IEC 61851 renvoie sur la norme ISO 6469-3 (cf. § 3.2.2.4), cependant elle en rappelle les règles :

- ✓ les parties conductrices accessibles ne doivent pas devenir énergisées dans le cas de fonctionnement normal et en présence d'un défaut unique,
- ✓ prévenir contre le contact avec les parties sous tension,
- ✓ ...

### 3.4.1.3 Les essais spécifiques au chargeur

Enfin cette norme impose différents essais spécifiques au chargeur, en fonction de l'environnement dans lequel il sera utilisé (intérieur ou extérieur, essais de tenue diélectriques, essais de transitoires, essais environnementaux...).

### 3.4.2 Connectique de charge, la norme IEC 62196

La norme IEC 62196 est applicable aux fiches, socles de prise de courant, connecteurs et câble destinés au contrôle de la charge et à la charge des véhicules routiers électriques pour des tensions de fonctionnement ne dépassant pas :

- 690 V en A.C. 50 - 60 Hz, avec un courant nominal ne dépassant pas 250 A;
- 600 V en D.C. avec un courant nominal ne dépassant pas 400 A.

Le préambule de cette norme prévoit que les accessoires permettant la charge du véhicule soient conçus et construits de manière à assurer leur fiabilité et minimiser les risques lors d'une utilisation normale.

La partie 1 de cette norme concerne les règles générales de la charge des véhicules électriques jusqu'à 250 A en courant alternatif et 400 A en courant continu.

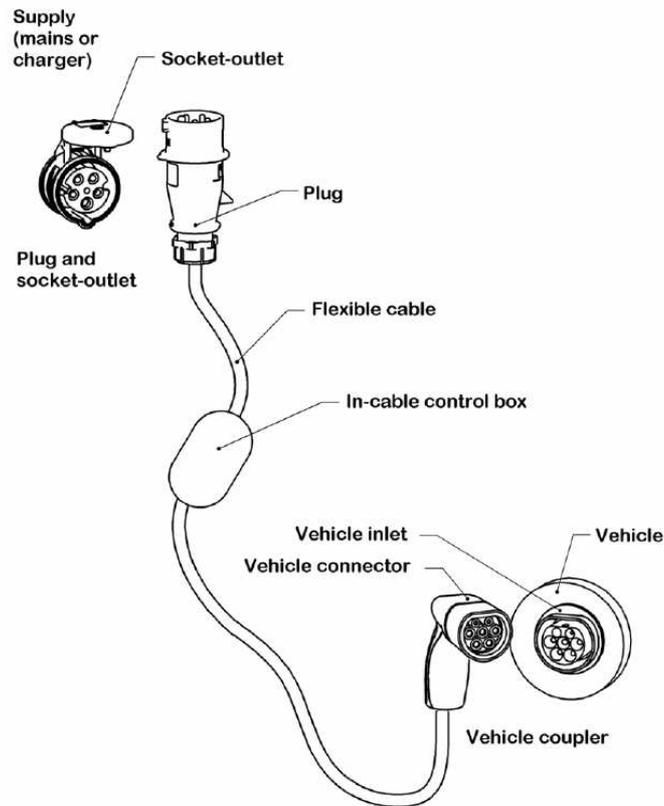
La partie 2 donne les différents types de connectiques en fonction des différentes puissances d'alimentation (courant alternatif) ainsi que les plans mécaniques des prises mâle et femelle.

Une partie 3 donnant les différentes connectiques en fonction des différentes puissances d'alimentation (courant continu) est envisagée.

Cette norme propose des essais type, si la sévérité de ceux-ci ne semble pas représentative alors les essais pourront être joués plusieurs fois.

Les normes NF EN 60309 et NF EN 62196 sont très proches. Cependant, si le champ d'application de la NF EN 309 est extrêmement large (mais suppose une adaptation - ergonomie - pour des manipulations quotidiennes), le champ d'application de la norme NF EN 62196 est réduit à la recharge des véhicules électriques et aux contraintes particulières de cette application (utilisateurs grand public, installation sur la voie publique, conditions climatiques particulières – salage).

Un focus group (cf. § 1) a été mis en place suite au mandat européen sur les véhicules électriques. Il a entre autres pour mission de designer une embase unique pour l'ensemble de la Communauté Européenne. Il semble probable que ce groupe désigne une des prises définies dans la norme IEC 62196-2.



**Figure 24 : Exemple d'accessoire de charge**

Elle définit les différentes caractéristiques de la connectique tel que :

- ✓ la compatibilité des différentes connectiques (cf. Tableau 5 : Compatibilité des connectiques véhicule/socle de prise),
- ✓ l'affectation des signaux par broche (cf. Tableau 6 : Affectation des broches),
- ✓ le séquençement des contacts,
- ✓ le marquage,
- ✓ le détrompage,
- ✓ les cotes mécaniques,
- ✓ la non accessibilité des parties actives lorsque le connecteur et le socle sont partiellement ou complètement engagés, ainsi que la non connexion des parties actives de puissance tant que l'une d'elles est accessible,
- ✓ la force d'insertion,
- ✓ la tenue diélectrique,
- ✓ la tenue au court-circuit,
- ✓ la tenue en température,
- ✓ les contraintes électromagnétiques (Immunité et Emissions),
- ✓ ...

|                      | Vehicle connector |                |                 |     |       |
|----------------------|-------------------|----------------|-----------------|-----|-------|
| Vehicle Inlet        | U <sub>A</sub>    | U <sub>D</sub> | U <sub>32</sub> | B   | D.C.* |
| U <sub>A</sub>       | Yes               | No             | Yes             | No  | Yes*  |
| U <sub>D</sub>       | No                | Yes            | Yes             | No  | Yes*  |
| B                    | No                | No             | No              | Yes | No*   |
| D.C.                 | No                | No             | No              | No  | Yes*  |
| *Under consideration |                   |                |                 |     |       |

**Tableau 5 : Compatibilité des connectiques véhicule/socle de prise**

| Position number <sup>3)</sup>   | a.c.                     |                          | Functions <sup>1)</sup> |
|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
|   | Single Phase             | Three Phase              |                         |
| 1   | 250 V 32 A <sup>2)</sup> | 480 V 32 A <sup>2)</sup> | L1 (Mains 1)            |
| 2   | —                        | 480 V 32 A               | L2 (Mains 2)            |
| 3   | —                        | 480 V 32 A               | L3 (Mains 3)            |
| 4   | 250 V 32 A               | 480 V 32 A               | N (Neutral)             |
| 5   | Rated for fault          |                          | E (Ground/Earth)        |
| 6   | 30 V 2 A                 |                          | Control pilot           |
| 7   | 30 V 2 A                 |                          | Proximity               |
| 1) For contacts 6 and 7, environmental conditions may demand larger conductor cross-sections.<br>2) In the following countries, the branch circuit overcurrent protection is based upon 125% of the device rating: US.<br>3) Position number does not refer to the location and/or identification of the contact in the accessory |                          |                          |                         |

**Tableau 6 : Affectation des broches**

### 3.4.3 La communication entre la borne de recharge et le véhicule

#### 3.4.3.1 Généralités

Afin d'offrir de nouveaux services (diagnostic du véhicule, rechargement de carte de stationnement, ...), des travaux sont menés conjointement par l'ISO et l'IEC afin de spécifier les échanges entre les véhicules et la borne de recharge sur d'autres lignes que celles dédiées à l'alimentation. Le travail du « working group V2G Communication Interface » se concentre sur la communication véhicule/borne, cependant la communication interne entre la batterie et le chargeur, le contrôleur de charge et de facturation au comptant ou de services (maintenance, par exemple) ne rentre pas dans les objectifs de ce groupe de travail.

Un certain nombre de considérations générales sont à la base de la construction des cas d'utilisation qui se traduira par des exigences obligatoires ou optionnels qui doivent être couvertes par la définition de protocole :

- ✓ affectation de chaque véhicule à sa borne de charge,
- ✓ protection adéquate des données critiques et confidentielles (par exemple de client, de contrat, d'un véhicule ou d'un compteur),
- ✓ prévention contre la mauvaise utilisation des données du véhicule titulaire du contrat qui sont utilisées dans le processus d'authentification,
- ✓ protection des données de communication contre les modifications ou l'imitation (hacking),
- ✓ protection antivol du câble de charge,
- ✓ prévention contre les débranchements à chaud ou involontaires,
- ✓ branchement désénergisé dans les infrastructures de rechargement public,
- ✓ mesure certifiée de la consommation énergétique liée à chaque recharge,
- ✓ cohérence avec les règles du marché de l'énergie (par exemple: possibilité de fournir un accès à l'énergie à n'importe quel endroit quel que soit le contrat ou le fournisseur d'énergie),
- ✓ l'alimentation en énergie des véhicules doit toujours remplir des conditions de sécurité conformément aux normes et/ou aux règlements en vigueur.

#### 3.4.3.2 Sécurité exigences générales

Les infrastructures de recharge doivent se conformer à de nombreuses règles de sécurités spécifiques (installation privées, publiques) en prenant en compte les conditions environnementales (intérieur/extérieur) de l'installation de charge. La prise en compte de leurs spécificités est également réalisée dans le cadre du groupe de travail.

### 3.4.3.3 Sécurité exigences spécifiques

Ce groupe de travail donne plusieurs préconisations permettant de garantir la sécurité des biens et des personnes :

- ✓ L'infrastructure doit être équipée d'une fonction limiteur de courant pour le contrôle d'énergie, en indiquant au véhicule le niveau maximum de puissance que le véhicule peut tirer pour optimiser, localement, la consommation d'énergie.
- ✓ La fonction limitation de courant dans le but de protéger l'alimentation doit également être prise en compte. La borne de recharge doit indiquer le courant maximum que le réseau peut fournir sans surcharge, c'est-à-dire en prenant en compte l'ensemble des charges actives.
- ✓ La fonction limitation de courant doit enfin être implémentée dans le but de protéger la borne de recharge elle-même des surcharges.

Des préconisations sur les modes et méthodes de paiement des services sont également proposés.

### 3.4.3.4 Les échanges d'informations

Le groupe de travail V2G traite du type d'informations transitant entre le véhicule et la borne de recharge (suivi de la sécurité, l'authentification du contrat, limites physiques locales,...) en fonction des différents cas d'utilisation (identification par GSM, charge domestique, charge publique,...) mais définit également des messages, des flux des messages ainsi que de leurs diagrammes de séquençement, des chronogrammes nécessaires et enfin définit les couches de communication selon le modèle de référence OSI (ISO 7498).

### 3.5 Utilisation

#### 3.5.1 Installation Domestique

Comme présenté précédemment, une cartographie complète de la normalisation des installations visant à accueillir les véhicules électriques est en cours de réalisation par l'AFNOR.

Il est important d'en identifier certaines assurant la sécurité lors de la recharge telles que :

- La NF C 15-100, définissant la sécurité des installations électriques à basse tension :
  - Cette norme assure les conditions de sécurité de l'utilisation de l'électricité dans les installations électriques à basse tension. Elle s'applique aux équipements nécessaires pour la charge normale des véhicules électriques, avec adaptation possible pour accepter une consommation supérieure (charge rapide).
  - Cette norme stipule que les socles de prise de courant jusque et y compris 32 A doivent être à obturation.
- La commission de normalisation UF 64 (règles d'installation électriques basse tension) travaille sur une nouvelle partie de la norme CEI 60364-7, afin de la soumettre à la CEI, sur les exigences particulières pour les installations de prises de recharge pour véhicules électriques.

Ce projet de norme d'installation recommandera très certainement l'emploi d'une prise de type industriel et l'installation d'une protection différentielle.

#### 3.5.2 Consommation

La norme ISO 23274-2 traite des méthodes de mesure de la consommation des véhicules rechargeables de façon externe comme les véhicules électriques et hybrides rechargeable.

Cette norme définit le scénario d'essai permettant la mesure de consommation d'énergie électrique du véhicule. Elle définit dans un premier temps les conditions initiales permettant la mesure (conditions environnementales, état de charge de la batterie de traction,...).

Elle définit ensuite le profil de travail du véhicule (plusieurs répétitions de cycles), permettant d'arriver à un certain état de charge.

Elle définit enfin les méthodes de calcul de la consommation du véhicule.

### 3.5.3 Intervention sur le véhicule électrique, travaux sous tension et habilitation des personnes

#### 3.5.3.1 Le recueil d'instructions générales de sécurité d'ordre électrique **UTE C 18-510**

La prévention du risque électrique est actuellement régit par le décret du 14 novembre 1988.

Concernant les travaux autres que les travaux sous tension, ce décret impose à l'employeur de former ses salariés et de leur remettre un recueil de prescriptions leur permettant de se protéger du risque électrique. Il est notoire que ce recueil est le document UTE C 18-510 (UTE C 18-550 pour la filière automobile).

Concernant les travaux sous tension, ce décret impose de suivre des formations approuvées par un organisme. A ce jour le ministère du travail n'a pas mandaté un organisme pour cela. Par analogie avec le décret de 1982, le Comité des Travaux Sous Tension existant actuellement remplit par défaut ce rôle.

**NB :** Le Ministère du Travail a entamé la révision du décret du 14 novembre 1988 qui devrait entrer en vigueur début 2011.

#### 3.5.3.2 Le recueil **UTE C 18-550**, application à la filière automobile

L'UTE C 18-550 est l'adaptation à la filière automobile du cadre de l'UTE C 18-510.

La publication UTE C 18-550 actuelle sera annulée en même temps que la 18-510 de 1988 le jour où le nouveau décret sera applicable.

Pour différentes raisons, le cadre actuel dans lequel sont pratiqués les travaux sous tension disparaît.

Des travaux sont en cours, avant la mise en application du décret, pour mettre en place les nouveaux documents et le nouveau cadre des travaux hors et sous tension, avant que le référentiel applicable pour les travaux hors tension soit le document générique UTE C 18-510 dans sa version révisée et d'éviter l'interdiction des travaux sous tension dans le domaine automobile.

Des groupes de travail se sont constitués afin de palier à ce problème et prennent en compte la spécificité des interventions sur le véhicule électrique (de la conception à la fin de vie), afin de permettre aux acteurs de la filière de travailler dans un cadre sécurisé et réglementé.

### 3.5.4 Situations particulières

Les situations particulières telles que les tunnels, le ferroutage, la recharge en station-service, l'échange de batteries en station dédiée ou le stationnement dans les parkings (privés, publics, fermés ou ouverts), sont autant de situations pour il apparaît important de réaliser une analyse des risques afin de définir la nécessité de mettre en place un cadre réglementaire ou normatif assurant la sécurité des biens et des personnes.

### 3.6 Gestion des situations accidentelles

#### 3.6.1 Guide pour les services de secours

Comme décrit dans le paragraphe 3.2.2.2, la norme ISO 6469 demande aux constructeurs de mettre à disposition les informations relatives à la sécurité des personnels et des services de secours dans le cadre d'accident impliquant un véhicule.

D'un point de vue normatif, aucune autre adaptation, spécifique à l'intervention des services de secours sur les véhicules électriques ou hybrides n'a été détecté.

#### 3.6.2 Gestion des risques par les Services Départementaux d'Incendie et de Secours (SDIS)

Depuis le protocole de Kyoto en 1992, dans lequel les pays à travers le monde ont accepté certaines normes pour la qualité de l'air afin de limiter l'extension de la pollution, les fabricants automobiles ont été confrontés à une demande croissante de véhicules économes en énergie et préservant l'environnement. Cela a eu comme conséquence le développement et la production de voitures motorisées avec une alternative à l'essence conventionnelle et au diesel. Les exemples de ces types alternatifs de voitures sont les véhicules électriques et les véhicules hybrides. Ces véhicules hybrides apparaissent de plus en plus sur le marché (50 000 Toyota Prius ont été vendues en 2003). Par conséquent, la probabilité de rencontrer un véhicule hybride lors d'un accident de la route augmente de la même manière.

Les SDIS de France sont des services départementaux rattachés à la Direction de la Sécurité Civile, qui dépend du Ministère de l'Intérieur. Aujourd'hui, les SDIS n'ont pas reçu de directive leurs permettant d'aborder de manière commune un véhicule hybride ou électrique en situation dégradée.

#### 3.6.3 Les nouveaux risques

Les méthodes opérationnelles des sapeurs-pompiers se sont adaptées à l'arrivée des véhicules alimentés au GPL. En matière de véhicules hybrides et électriques la problématique est la même avec des risques différents (risques électriques et chimiques). Le risque électrique constitue une nouveauté, avec des tensions et des ampérages élevés. Les premiers intervenants devront maîtriser la procédure d'engagement avant de prendre place autour et dans l'habitacle d'un véhicule accidenté. Des sécurités mises en place par certains constructeurs, permette de limiter le risque d'électrisation à un véhicule dont le moteur est en mode de fonctionnement, ces dispositifs prévoyant, par exemple, l'ouverture des contacteurs de puissances isolant la source d'énergie dès que le véhicule subit un choc ou que le fusible haute tension est retiré... Les équipiers en désincarcération devront toutefois systématiquement s'assurer de la neutralisation du réseau haute tension.



Difficulté supplémentaire, le risque chimique est également à prendre en compte pour toute opération exécutée sur un véhicule hybride ou électrique. La nature du risque est liée à la nature de l'électrolyte de la batterie haute tension (substance corrosive, dégagement gazeux..).

### 3.6.4 La formation

Le SDIS de la Vienne (SDIS86) travaille depuis plusieurs années en partenariat avec des constructeurs (Toyota, Heuliez, Volvo truck...) afin de définir un protocole d'intervention sur leurs véhicules mais aussi échanger sur les différents moyens de mise en sécurité des occupants du véhicule et des services d'intervention. C'est fort de cette expérience que TOYOTA France, le SDIS de la Vienne et le Pôle MTA (Mobilité Transport Avancée) se sont engagés dans un partenariat pour une formation des personnels de la Sécurité Civile mais aussi des collectivités et des industriels, sur les véhicules électriques et hybrides.

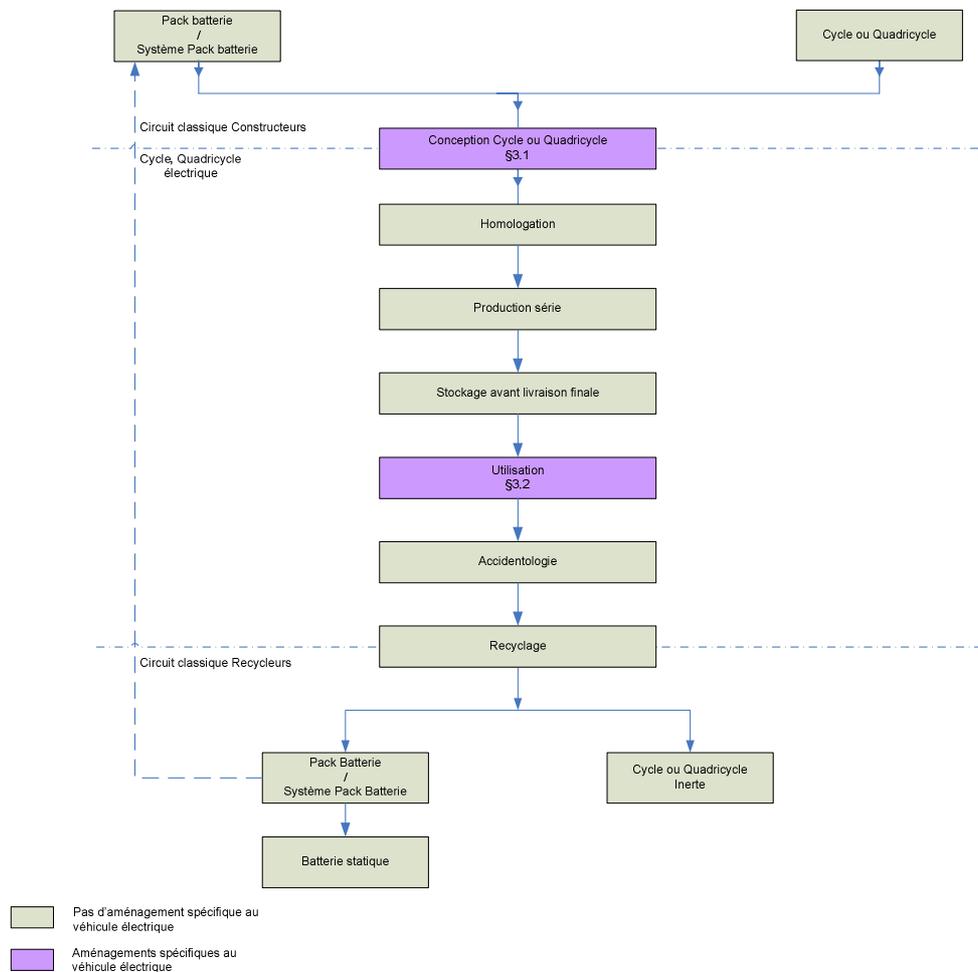
## 4 CYCLES ET QUADRICYCLES

En ce qui concerne les cycles et quadricycles, à la date de rédaction du document, aucun aménagement réglementaire spécifique à l'électrification de ces véhicules n'était en cours. Cependant, les projets de normes en cours de rédaction seront développés dans ce paragraphe.

En ce qui concerne les cycles à assistance électrique, trois aspects sont abordés par les normes:

- la signalétique,
- la sécurité (sécurité fonctionnelle, sécurité de la conception à la fabrication du produit),
- la consommation.

En ce qui concerne le chargeur de batterie **externe** au véhicule, **aucune disposition particulière** n'a été prise par rapport à l'existant (cf. § 4.1.1.3 La sécurité en conception, production).



**Figure 25 : Cycle de vie des Cycles et Quadricycles électriques**

## 4.1 Incidence en conception du cycle ou quadricycle



**Figure 26 : Normes spécifiques liées à la conception des Cycles et Quadricycles électriques**

### 4.1.1.1 La terminologie

L'arrivée du cycle électrique a entraîné la révision de la norme ISO 13062 afin de définir la terminologie et les classifications associées aux cyclomoteurs et motocycles électriques.

### 4.1.1.2 La signalétique

La norme ISO 4129 concerne la signalétique du cyclomoteur, c'est-à-dire les signes conventionnels, utilisés pour identifier et faciliter l'usage de certaines commandes, certains indicateurs et témoins d'un cyclomoteur.

### 4.1.1.3 La sécurité en conception, production

La norme NF EN 15194 effective au 1er mai 2009, s'applique aux cycles à assistance électrique d'une puissance nominale continue maximale de 0,25 kW, dont l'alimentation est réduite progressivement et finalement interrompue lorsque le véhicule atteint une vitesse de 25 km/h, ou plus tôt, si le cycliste arrête de pédaler.

Cette norme traite les exigences de sécurité et les méthodes d'essais relatives à l'évaluation de la conception et de l'assemblage des bicyclettes à assistance électrique et des sous-ensembles dédiés à des systèmes utilisant une tension de batterie allant jusqu'à 48 V D.C. ou bien un chargeur de batterie intégré avec une entrée de 230 V.

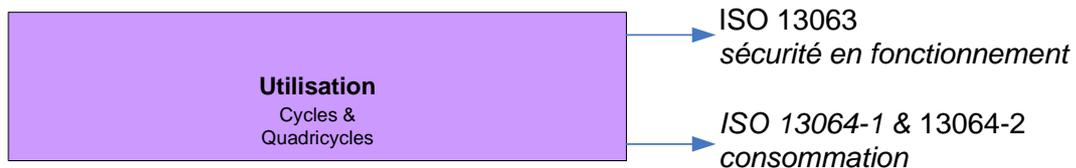
Elle spécifie les exigences et les méthodes d'essai relatives au système de gestion de la puissance du moteur, aux circuits électriques y compris au système de chargement pour évaluer la conception et l'assemblage des cycles à assistance électrique et des sous-ensembles dédiés à des systèmes présentant une tension allant jusqu'à 48 V D.C. inclus ou intégrant un chargeur de batterie avec une entrée de 230 V.

Elle ne spécifie pas d'essai sur le chargeur en tant que tel, dans la mesure où un cycle à assistance électrique n'est pas destiné à être utilisé pendant le chargement, dans le cas d'un chargeur intégré, tout le cycle à assistance électrique ainsi que le chargeur intégré doivent être testés.

Les normes suivantes s'appliquent au chargeur de batterie : EN 55014-1, EN 55014-2, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3.

Un Guide d'Application de cette norme est en cours de rédaction à ce jour (GA 64-022), ce guide a pour objectif de donner une réponse aux questions des utilisateurs relatives à l'application de la norme NF EN 15194 et éviter des divergences d'interprétation notamment entre organismes chargés de vérifier la conformité des cycles à assistance électrique (EPAC).

## 4.2 Utilisation du cycle ou quadricycle



**Figure 27 : Normes spécifiques liées à l'utilisation des Cycles et Quadricycles électriques**

### 4.2.1.1 La sécurité en fonctionnement

La norme ISO 13063 concerne les cyclomoteurs et des motocycles électriques et aborde plus particulièrement l'aspect sécurité électrique de ces véhicules.

Cette norme vise donc à spécifier l'ensemble des moyens permettant la sécurité en fonctionnement et la protection contre les pannes liées au risque spécifique de la propulsion électrique.

Cette norme s'applique aux véhicules (cyclomoteurs et motocycles) dont la tension de fonctionnement maximum est inférieure à 1000 V A.C. ou 1500 V D.C.

### 4.2.1.2 La consommation, méthode d'essai et calculs

Les normes ISO 13064-1 et ISO 13064-2 concernent les méthodes d'essai ainsi que les méthodes de calcul de la consommation des batteries des cyclomoteurs et des motocycles électriques.

## 5 CONCLUSION

En ce qui concerne la réglementation automobile, trois principaux cas ne couvrent pas aujourd'hui le véhicule électrique :

- ✓ Le véhicule connecté au réseau et sa capacité à absorber les perturbations du réseau et à ne pas perturber ce dernier.
- ✓ Le bruit du véhicule et ses conséquences pouvant être néfastes sur les piétons.
- ✓ La vérification de la sécurité intrinsèque du RESS ou du composant batterie.

De la même manière, de par ses dimensions inhabituelles dans l'industrie des piles et batteries, le transport et le stockage d'une batterie de traction de véhicule nécessiteront une adaptation réglementaire afin de garantir la sécurité des biens et des personnes et permettant la pérennité de la filière.

En ce qui concerne la vie du véhicule, une réflexion reste à mener sur l'augmentation potentielle des risques liés à l'utilisation d'un véhicule électrique, hybride non rechargeable ou d'un hybride rechargeable, dans des cas tels que, la station-service, les parkings (souterrains, couverts, extérieurs, publics et privés), le ferroutage, le transport par voie maritime et aérien, les tunnels...

L'absence de prise de position sur ces différents points, pourraient engendrer certaines situations à risque telles qu'énoncées ci-après.

### 5.1 Situations critiques dues au design de la batterie

Le choix des cellules (technologie, fournisseur) utilisées lors de l'assemblage des batteries est très important. Si la cellule est intrinsèquement instable, l'adjonction d'un boîtier électronique de contrôle permettant de surveiller le bon fonctionnement de la batterie pourrait ne pas être suffisante pour garantir un niveau de sécurité satisfaisant pour l'ensemble du pack batterie.

Nous pouvons craindre également que l'assemblage d'éléments sur étagère (boîtier électronique de contrôle, cellules, ...), et donc par définition non spécifiquement étudiés et optimisés pour garantir la stabilité de l'ensemble, ne permettrait pas, si leur sélection n'était pas faite avec soin, de garantir un niveau de sécurité satisfaisant pour le pack batterie.

## 5.2 Situations critiques sur les sites de production

Dans les phases de production, la première charge des cellules est identifiée par les industriels comme l'opération la plus risquée (révélateur d'éventuels problèmes dans le processus de fabrication : impuretés, ...) mais nous pouvons certainement l'étendre au processus de charge / décharge dit d'apprentissage, qui a pour but d'amener la batterie à ses performances optimales.

Les opérations de transport et de stockage nécessiteront de définir les conditions (états de charge des cellules ou des batteries, quantité, ...) qui éviteront au maximum la propagation des effets accidentels entre éléments stockés sans pénaliser la filière qui, aujourd'hui, a les plus grandes difficultés à s'approvisionner en batteries Lithium. Il convient d'observer que ce sont les incidents de transport recensés au cours de ces dix dernières années qui ont le plus fortement sensibilisés aux risques inhérents à l'emballage thermique des batteries.

## 5.3 Situations critiques engendrées par un accident

**Cas N° 1** : le packaging batterie est ou semble intègre : une batterie extérieurement intègre ne signifie pas avec certitude que les composants internes à la batterie soient intègres. Un court-circuit interne peut être présent ou peut se produire par exemple lors du déplacement du véhicule. Pour les technologies Lithium-ion cela pourrait entraîner un emballement thermique à n'importe quel moment depuis le choc jusqu'à plusieurs heures après.

Nous pouvons penser que les situations de dépannage telles qu'un véhicule emmené sur plateau par dépanneuse, ou bien, garé dans un garage fermé en sous-sol ou chez un particulier présentent un risque.

**Cas N° 2** : le pack batterie n'est pas intègre : si un feu se déclare dans la batterie et que celui-ci est éteint, il faut au préalable identifier le type de batterie (technologie Lithium-Ion, Sodium,...) afin de connaître et utiliser le bon agent extincteur (le sodium réagit violemment avec l'eau et se décompose en libérant du dihydrogène, et en formant de la soude, l'hydroxyde de sodium). Dans ce cas, il est nécessaire d'être informé du risque.

**Cas N° 3** : le pack batterie n'est pas intègre : un feu inextinguible peut, sous certaines conditions se déclarer dans la batterie.

Dans les cas N° 2 et 3, les types et les volumes de gaz susceptibles de se dégager d'un pack batterie lors d'un incendie ne sont pas clairement identifiés et communiqués (acide chlorhydrique pour les batteries Zébra, acide fluorhydrique pour les Lithium-ion, hydro fluorure de phosphate pour les Lithium-métal polymère). Aujourd'hui les Services Départementaux d'Incendie et de Secours sont à la recherche de ce type d'information afin de former leurs personnels et de s'équiper en moyen de protection.

En ce qui concerne la fin de vie de la batterie ou du véhicule, il faudra traiter l'aspect des déchets dangereux et organiser le système de collecte. Les risques ne seront pas les mêmes selon les technologies.

#### 5.4 Situations critiques liées aux risques électriques

La présence de niveau de tension élevée (> 200 V et jusqu'à 600 V) constitue un risque en soit qui est couvert par des réglementations existantes ou en cours d'amendement pour la sécurité des conducteurs et de leur occupants, en utilisation normale (règlement UN-ECE 100), en cas de choc frontal ou latéral (règlement UN-ECE 94 et 95), et prochainement sur la sécurité des packs batteries.

Des exigences de sécurité sont en cours de mises en place au niveau des réseaux de concessionnaires des marques automobiles ou des sociétés indépendantes multimarques pour les interventions de maintenance, les dépannages et les réparations. Le recueil relatif aux habilitations électriques filière automobile (UTE C 18-550) est en cours d'évolution afin de prendre en compte le véhicule hybride ou électrique et sera à terme appelé par la norme NFC 18 510.

De même, une attention particulière devra être portée à l'assemblage des cellules formant les modules et les packs batteries de façon à éviter aux opérateurs de se trouver face à des risques électriques (électrisation ou court-circuit).

Nous pouvons penser que l'intervention de professionnels non formés, de même que l'intervention de particuliers amenés à assurer une maintenance personnelle sans précaution particulière de leur véhicule isolé ou pendant une phase de charge, constituerait un risque.

Nous pouvons nous attendre à ce que les conditions de mise en charge chez le particulier soient bien identifiées dans la filière comme un point à surveiller tout particulièrement. Comme dans tout problème d'interface, il s'agirait de régler les questions de compatibilité mutuelle notamment autour d'une conception de la liaison. Celle-ci devrait laisser peu de place à de l'initiative individuelle.

La recharge d'un véhicule dans les locaux fermés constituerait un risque, notamment si la fonction de management des cellules batterie est défailante.

#### 5.5 Nécessité d'homogénéisation

Le succès du véhicule électrique est fortement lié au déploiement de l'infrastructure de recharge. De ce fait, un aboutissement des travaux de normalisation à un niveau international est déterminant, en ce qui concerne essentiellement, la prise de recharge (côté véhicule et côté borne de recharge), le protocole de communication entre la prise de recharge et le véhicule ou encore les modes de recharge (lente, rapide, courant continu ou alternatif).

## 6 ANNEXES

### 6.1 Annexe 1, Vocabulaire

**Véhicule routier** : Véhicule sur roues, poussé par les roues d'un ou de plusieurs essieux par un ou plusieurs système(s) de propulsion interne sans approvisionnement en combustible de l'extérieur du véhicule pendant la conduite et utilisé pour transporter des personnes et / ou des marchandises sur les voies publiques.

**Véhicule électrique (VE)** : Véhicule routier équipé d'un moteur électrique pour sa propulsion.

**Véhicules de catégorie O** : Véhicules remorqués.

**Véhicules de catégorie M** : Véhicules à moteur conçus et construits pour le transport de personnes et ayant au moins quatre roues.

**Véhicule de catégorie M1** : Véhicule conçu et construit pour le transport de personnes et comportant, outre le siège du conducteur, huit places assises au maximum.

**Véhicules de catégorie N** : Véhicules à moteur conçus et construits pour le transport de marchandises et ayant au moins quatre roues.

**Véhicule de catégorie N1** : Véhicule conçu et construit pour le transport de marchandises ayant un poids maximal inférieur ou égal à 3, 5 tonnes.

**Véhicules de catégorie L** : Véhicules à moteur à deux ou trois roues et quadricycles à moteur.

**Véhicule de catégorie L1e** : Véhicule à deux roues dont la vitesse maximale par construction est égale ou supérieure à 6 km / h et ne dépasse pas 45 km / h et équipé d'un moteur d'une cylindrée ne dépassant pas 50 cm<sup>3</sup> s'il est à combustion interne ou d'une puissance maximale nette n'excédant pas 4 kilowatts pour les autres types de moteur.

**Véhicule de catégorie L2e** : Véhicule à trois roues dont la vitesse maximale par construction est égale ou supérieure à 6 km / h et ne dépasse pas 45 km / h et équipé d'un moteur d'une cylindrée ne dépassant pas 50 cm<sup>3</sup> s'il est à allumage commandé ou d'une puissance maximale nette n'excédant pas 4 kilowatts pour les autres types de moteur.

**Véhicule de catégorie L3e** : Véhicule à deux roues sans side-car, équipé d'un moteur d'une cylindrée supérieure à 50 cm<sup>3</sup> s'il est à combustion interne et / ou dont la vitesse maximale par construction est supérieure à 45 km / h.

**Véhicule de catégorie L4e** : Véhicule à deux roues avec side-car, équipé d'un moteur d'une cylindrée supérieure à 50 cm<sup>3</sup> s'il est à combustion interne et / ou dont la vitesse maximale par construction est supérieure à 45 km / h.

**Véhicule de catégorie L5e** : Véhicule à trois roues symétriques, équipé d'un moteur d'une cylindrée supérieure à 50cm<sup>3</sup> s'il est à combustion interne et / ou dont la vitesse maximale par construction est supérieure à 45 km / h.

**Véhicule de catégorie L6e** : Véhicule à moteur à quatre roues dont le poids à vide n'excède pas 350 kilogrammes, la vitesse maximale par construction est égale ou supérieure à 6 km / h et ne dépasse pas 45 km / h et la cylindrée n'excède pas 50 cm<sup>3</sup> pour les moteurs à allumage commandé ou dont la puissance maximale nette n'excède pas 4 kilowatts pour les autres types de moteur.

**Véhicule de catégorie L7e** : Véhicule à moteur à quatre roues dont la puissance maximale nette du moteur est inférieure ou égale à 15 kilowatts, le poids à vide n'excède pas 550 kilogrammes pour les quadricycles affectés au transport de marchandises et 400 kilogrammes pour les quadricycles destinés au transport de personnes, et qui n'est pas de catégorie L6e.

**Cyclomoteur** : Véhicule de catégorie L1e ou L2e.

**Motocyclette** : Véhicule de catégorie L3e ou L4e et dont la puissance n'excède pas 73,6 kilowatts (100 ch.) ; l'adjonction d'un side-car à une motocyclette ne modifie pas le classement de celle-ci ;

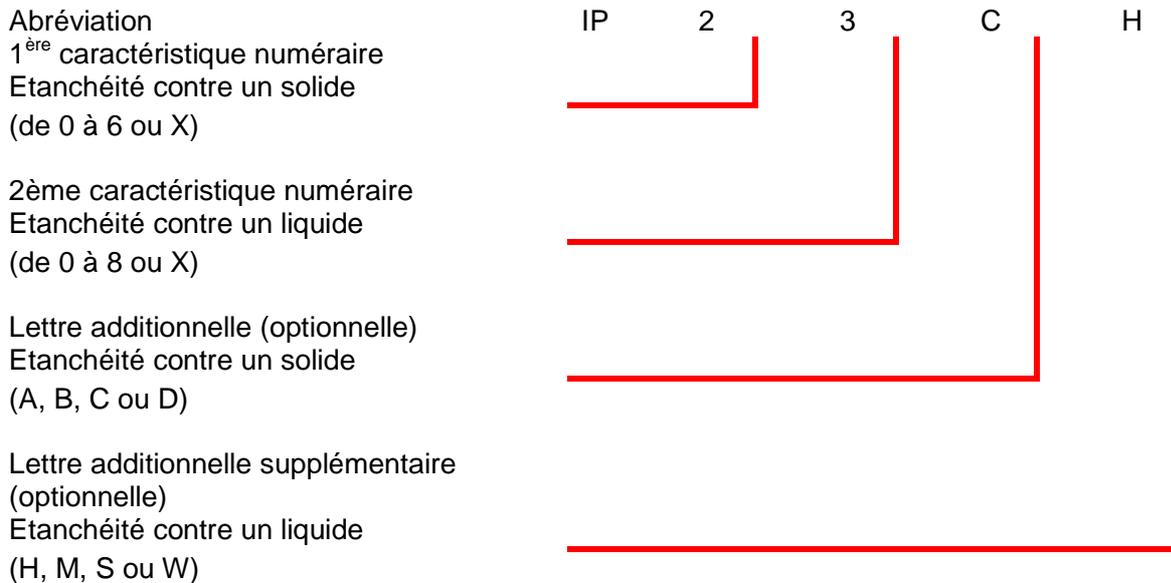
**Motocyclette légère** : motocyclette dont la cylindrée n'excède pas 125 cm<sup>3</sup> et dont la puissance n'excède pas 11 kilowatts ; les motocyclettes qui, avant le 5 juillet 1996, étaient considérées comme motocyclettes légères ou qui avaient été réceptionnées comme telles restent classées dans ces catégories après cette date, à l'exception des véhicules à deux roues à moteur dont la cylindrée n'excède pas 50 cm<sup>3</sup> et dont la vitesse n'excède pas 45 km / h munis d'un embrayage ou d'une boîte de vitesses non automatique qui sont des cyclomoteurs ; les véhicules à deux roues à moteur d'une cylindrée n'excédant pas 125 cm<sup>3</sup> mis en circulation sous le genre " vélomoteur " avant le 1er mars 1980 sont considérés comme des motocyclettes légères ; l'adjonction d'un side-car à une motocyclette légère ne modifie pas le classement de celle-ci.

**Tricycle à moteur** : Véhicule de catégorie L5e, dont le poids à vide n'excède pas 1 000 kilogrammes, la charge utile n'excède pas 1 500 kilogrammes pour les tricycles destinés au transport de marchandises et 300 kilogrammes pour les tricycles destinés au transport de personnes ;

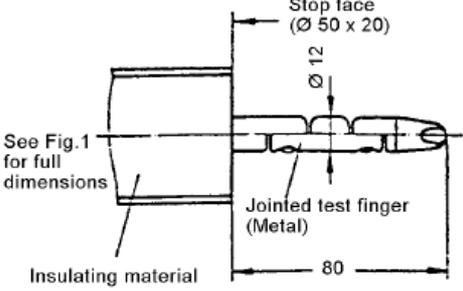
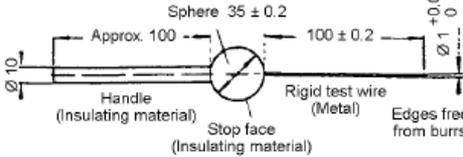
**Quadricycle léger à moteur** : véhicule de catégorie L6e, dont la charge utile n'excède pas 200 kilogrammes.

**Quadricycle lourd à moteur** : Véhicule de catégorie L7e, dont la charge utile n'excède pas 1 000 kilogrammes s'ils sont destinés au transport de marchandises et 200 kilogrammes s'ils sont destinés au transport de personnes.

**Indice de protection :** L'indice IP d'un appareil indique son degré de protection contre la pénétration des corps solides (1er chiffre) et contre la pénétration de l'eau (2e chiffre). Le classement s'effectue en efficacité croissante. Il est attribué au matériel à la suite d'une série d'essais définis par la norme NF EN 60.529. La norme IP est publiée par l'IEC (international Electrotechnical Commission).



**Figure 28 : Indice de Protection**

| First numeral | Addit. letter | Access probe (Dimensions in mm)  | Test force  |
|---------------|---------------|--|-------------|
| 2             | B             | <p><b>Jointed test finger</b></p>  <p>See Fig.1 for full dimensions</p> <p>Insulating material</p> <p>Jointed test finger (Metal)</p>  | 10 N ± 10 % |
| 4, 5, 6       | D             | <p><b>Test wire 1.0 mm diameter, 100 mm long</b></p>  <p>Sphere 35 ± 0.2</p> <p>Approx. 100</p> <p>100 ± 0.2</p> <p>Ø 1.0</p> <p>+0.05</p> <p>0</p> <p>Handle (Insulating material)</p> <p>Stop face (Insulating material)</p> <p>Rigid test wire (Metal)</p> <p>Edges free from burrs</p> | 1 N ± 10 %  |

**Tableau 7 : Sondes d'accessibilité pour les essais de la protection des personnes contre l'accès aux parties dangereuses**

## 6.2 Annexe 2, Normes applicables aux véhicules électriques M1 et N1 ainsi qu'aux cycles à assistance électrique

| Sujet    | Norme       | Titre  |
|----------|-------------|--|
| Batterie | IEC 62660-1 | Accumulateurs pour la propulsion des véhicules routiers électriques –<br>Partie 1: Essais de performance pour les éléments d'accumulateur lithium-ion                                |
|          | IEC 62660-2 | Accumulateurs pour la propulsion des véhicules routiers électriques –<br>Partie 2: Essais de fiabilité et de mauvais traitement pour les éléments d'accumulateur lithium-ion         |
|          | ISO 12405-1 | Véhicules routiers à propulsion électrique —<br>Spécifications d'essai pour des installations de batterie de traction aux ions lithium —<br>Partie 1: Applications à haute puissance |
|          | ISO 12405-2 | Véhicules routiers et propulsion électrique —<br>Spécifications d'essai pour des systèmes de batteries de traction de type lithium-ion —<br>Partie 2: Application haute tension      |
|          | ISO 6469-1  | Véhicules routiers électriques —<br>Spécifications de sécurité —<br>Partie 1: Système de stockage de l'énergie rechargeable à bord du véhicule (RESS)                                |
|          | IEC 61982-1 | Batteries secondaires pour la propulsion électrique de véhicules routiers--<br>Partie 1: Paramètres d'essai  |
|          | IEC 61982-2 | Batteries secondaires pour la propulsion électrique de véhicules routiers--<br>Partie 2: Essai dynamique de performance de décharge et de test d'endurance dynamique                 |
|          | IEC 61982-3 | Batteries secondaires pour la propulsion électrique de véhicules routiers--<br>Partie 3: Essais de performance et de durée de vie  |
|          | IEC 61982-4 | Batteries secondaires pour la propulsion électrique de véhicules routiers--<br>Partie 4: Essais de performance pour les cellules lithium-ion et des batteries                        |

| Sujet | Norme        | Titre   |
|-------|--------------|---|
|       | IEC 61982-5  | Batteries secondaires pour la propulsion électrique de véhicules routiers--<br>Partie 5: Essais de sécurité pour les cellules lithium-ion et des batteries  |
|       | EN 62281     | Sécurité des piles et des accumulateurs au lithium pendant le transport.  |
|       | SAE J1797    | Guide d'emballage de modules de batteries pour véhicules électriques  |
|       | SAE J1798    | Guide de notation de performance des modules de batterie de véhicule électrique   |
|       | SAE J2288    | Test du cycle de vie des modules de batterie de véhicule électrique   |
|       | SAE J2380    | Essais de vibration de batterie de véhicule électrique  |
|       | SAE J2464    | Essais abusifs pour batterie de véhicules électriques   |
|       | SAE J2289    | Guide fonctionnel du pack batterie  |
| CEM   | ISO 11452-11 | Véhicules routiers —<br>Méthodes d'essai d'un équipement soumis à des perturbations électriques par rayonnement d'énergie électromagnétique en bande étroite —<br>Partie 11: Chambre réverbérante   |
|       | ISO 11452-9  | Véhicules routiers —<br>Méthodes d'essai d'un équipement soumis à des perturbations électriques par rayonnement d'énergie électromagnétique en bande étroite —<br>Partie 9: Transmetteurs portables |

| Sujet                      | Norme            | Titre   |
|----------------------------|------------------|---|
|                            | ISO 11452-4      | Véhicules routiers —<br>Méthodes d'essai d'un équipement soumis à des perturbations électriques par rayonnement d'énergie électromagnétique en bande étroite —<br>Partie 4: Méthodes d'excitation du harnais                                  |
|                            | ISO 7637-2.3     | Véhicules routiers —<br>Perturbations électriques par conduction et par couplage —<br>Partie 2: Transmission des perturbations électriques transitoires par conduction uniquement le long des lignes d'alimentation                           |
| Communication              | JWG V2G PART 1&2 | Communication entre le véhicule et la borne de recharge   |
| Connectique                | IEC 62196-2      | Fiches, socles de prise de courant, prises mobiles et socles de connecteur pour véhicule –<br>Charge conductive des véhicules électriques –<br>Partie 2 : Règles d'interchangeabilité dimensionnelle pour les appareils à broches et alvéoles |
|                            | IEC 62196-1      | Fiches, socles de prise de courant, prises mobiles et socles de connecteur pour véhicule –<br>Charge conductive des véhicules électriques –<br>Partie 1: Charge des véhicules électriques jusqu'à 250 A c.a. et 400 A c.c. - Règles générales |
| Consommation               | ISO 23274-2      | Véhicules routiers électriques hybrides — Mesurages des émissions à l'échappement et de la consommation de carburant —<br>Partie 2: Véhicules rechargeables par des moyens externes   |
| Contraintes électriques    | ISO 16750-2      | Véhicules routiers — Conditions d'environnement et essais de l'équipement électrique et électronique —<br>Partie 2: Contraintes électriques   |
|                            | SAE J2293        | Système de transfert de l'énergie pour les véhicules électriques  |
| habilitation des personnes | UTE C 18-510     | Recueil d'instructions générales de sécurité d'ordre électrique   |

| Sujet                                 | Norme           | Titre   |
|---------------------------------------|-----------------|---|
|                                       | UTE C 18-550    | Recueil d'instructions de sécurité d'ordre électrique pour opération sur véhicules/engins automobile a motorisation électrique et énergie électrique embarquée en basse tension |
| Installation                          | IEC 60364-7-722 | installations électriques basse tension: Part 7-722 : Exigences pour les installations et emplacements spéciaux - Alimentation des véhicules électriques                        |
| Caractéristiques du chargeur          | IEC 61851-2-3   | Les véhicules électriques systèmes de charge - Partie 2-3: D.C. véhicule électrique station de charge   |
|                                       | SAE J1773       | SAE véhicule électrique à recharge par couplage inductif  |
| Vocabulaire                           | ISO8713         | Véhicules routiers électriques — Vocabulaire — Élément complémentaire   |
| Sécurité du véhicule et des personnes | ISO 6469-2      | Véhicules routiers électriques — Spécifications de sécurité — Partie 2: Mesures de sécurité fonctionnelle et protection contre les défaillances du véhicule                     |
|                                       | ISO 6469-3.2    | Véhicules routiers à propulsion électriques — Spécification de sécurité — Partie 3: Protection des personnes contre les dangers électriques                                     |
|                                       | SAE J2344       | Guide pour la sécurité des véhicules électriques  |
|                                       | SAE J1766       | Guide pour les essais de chocs appliqués aux véhicules hybrides et électriques (travaux en cours)   |
| Cycle à Assistance Electrique         | ISO 4129        | La signalétique   |

| Sujet | Norme       | Titre   |
|-------|-------------|---|
|       | ISO 13062   | La terminologie                                     |
|       | ISO 13063   | La sécurité en fonctionnement                       |
|       | ISO 13064-1 | La consommation                                     |
|       | ISO 13064-2 | La consommation                                     |
|       | NF EN 15194 | Cycles à assistance électrique aspects sécuritaires |

**Tableau 8 : Récapitulatif des normes prenant en compte la spécificité VE et des cycles à assistance électrique**

### 6.3 Annexe 3, Glossaire

| Abréviations | Définitions   |
|--------------|---|
| A            | Ampère, unité de mesure de l'intensité du courant                                   |
| A.C.         | Courant Alternatif  |
| ADR          | European Agreement concerning the international carriage of Dangerous goods by Road |
| AFNOR        | Association Française de Normalisation  |
| ALPA         | Air Line Pilots Association   |
| CEM          | Compatibilité ElectroMagnétique   |
| CITMD        | Commission Interministérielle du Transport des Matières Dangereuses                 |
| D.C.         | Courant Continu   |
| DOT          | Department Of Transportation  |
| EPAC         | Electrically Power Assisted Cycles  |
| GMP          | Groupe MotoPropulseur   |
| GRB          | Groupe de Rapporteurs sur le Bruit  |
| GRE          | Groupe de Rapporteurs sur l'Eclairage et la signalisation lumineuse                 |
| GRPE         | Groupe de Rapporteurs sur la Pollution et l'Energie                                 |
| GRRF         | Groupe de Rapporteurs sur le Roulement et le Freinage                               |
| GRSP         | Groupe de Rapporteurs sur la Sécurité passive                                       |
| GTR          | General Technical Requirements  |
| IEC          | International Electrotechnical Commission   |
| ISO          | the International Organization for Standardization                                  |
| MEEDDM       | Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la mer        |
| MTMD         | Mission du Transports des Matières Dangereuses                                      |
| NF           | Norme Française   |
| NiMH         | Nickel-Métal Hydrures   |
| ONU          | Organisation des Nations Unies  |
| OSI          | Open Systems Interconnection  |
| QRTV         | Quiet Road Transport Vehicle  |
| RESS         | Rechargeable Energy Storage System  |
| SDIS         | Services Départementaux d'Incendie et de Secours                                    |

| Abréviations | Définitions  |
|--------------|--|
| TMD          | Transport des Matières Dangereuses                 |
| VE           | Véhicule Electrique                                |
| WLTP         | Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure |

**Tableau 9 : Glossaire**

#### 6.4 Annexe 4, Bibliographie

- [1] Recommandations des Nations-Unies pour le transport des Marchandises dangereuses, tome I, Règlement type, 16e édition révisée, Genève, 2009
- [2] Recommandations des Nations-Unies pour le transport des Marchandises dangereuses, tome II, Manuel d'épreuves et de critères, 5e édition révisée, Genève, 2009
- [3] JP Wiaux, (pour le compte des associations Recharge, EBRA et PRBA), « Transport of used lithium batteries – A workshop organised by Recharge, PRBA & EBRA », Brussels, 31st August & 1st Septembre 2010-09-22
- [4] Rainer Kern(SB LiMotive) & Hans-Jürgen Niegel (Daimler AG), “Lithium Batteries in Multimodal Transport - Ground, sea and air transport of Lithium –batteries”, Workshop on transport regulation for used lithium batteries, Brussels, 31/08/2010