



FASCICULE

V.E.E

Véhicules à Energie
Electrique Embarquée

Habilitation
Electrique

Application des prescriptions de sécurité de la Norme NF C 18-550

Imexco Sécurité Oblige !

Fascicule de Formation à l'Habilitation Électrique sur Véhicules et Engins à Énergie Électrique Embarquée (VEEE)

Opérations d'ordre Non Électrique - Opérations d'ordre Électrique Prescriptions de Sécurité Électrique selon la Norme NF C 18-550

Les prescriptions de sécurité électrique exposées dans ce fascicule réalisé par IMEXCO concernent :

- Tout travailleur exécutant ou encadrant des opérations d'ordre non électrique (peinture, mécanique, carrosserie...), mais qui peut être exposé dans l'exercice de son métier aux risques électriques, et ainsi être victime d'un accident. Cette personne est désignée dans le fascicule qui suit par le vocable «Non-électricien»
Symboles : B0L Exécutant, B0L Chargé de réparation
- Tout travailleur réalisant des opérations électriques sur les circuits électriques TBT et BT
Symboles : BRL, B1(V)L, B2(V)L, BCL, B1XL, B2XL, BEL...

Ce fascicule constitue :

1°/ **Un support de formation à l'habilitation électrique :**

Le formateur sélectionnera, pour la formation concernée, en fonction des symboles, les chapitres adéquats.

2°/ **Un carnet de prescriptions de sécurité :**

Ce fascicule a été rédigé au plus près des prescriptions de sécurité de la Norme NF C 18-550.

De ce fait, il peut être considéré par l'employeur comme un carnet de prescriptions de sécurité, « établi selon les prescriptions pertinentes de la Norme NF C 18-550, remis obligatoirement à chaque travailleur avec son titre d'habilitation » (Code du Travail 4544-10).

3°/ **Un support technique :**

Ce fascicule comporte des pages repérées par un liseré jaune vertical (28 pages). Les textes et photos qui y figurent ne sont pas directement extraits de la Norme NF C 18-550. Certains de ces textes sont techniques (notions de chimie, oxydo-réduction, notions d'électro-magnétisme...). Ces explications ne sont là que pour éclairer le lecteur s'il le souhaite, afin de lui permettre de mieux comprendre les mesures de sécurité explicitées dans ladite Norme NF C 18-550. En aucun cas, ces pages n'ont de caractère obligatoire dans la formation à l'habilitation électrique.

Michel FOUGERE DE HAUTMONT
Ingénieur École Nationale Supérieure d'Électrotechnique.
Expert en Normalisation à l'AFNOR

Impression autorisée à titre personnel



SOMMAIRE

PAGES

CHAPITRE	I	DOMAINES D'APPLICATION	4
CHAPITRE	II	EFFETS DU COURANT ELECTRIQUE	7
CHAPITRE	III	LE RISQUE ELECTRIQUE	15
CHAPITRE	IV	MOYENS DE PREVENTION DU RISQUE ELECTRIQUE	19
CHAPITRE	V	REGLEMENTATION – CODE DU TRAVAIL	25
CHAPITRE	VI	PRINCIPALES DEFINITIONS NORMATIVES	28
CHAPITRE	VII	FORMATION ET HABILITATION ELECTRIQUE	38
CHAPITRE	VIII	CARACTERISTIQUES DES V.E.E.E	49
CHAPITRE	IX	OPERATIONS HORS TENSION	73
CHAPITRE	X	OPERATIONS DANS LE VOISINAGE DE PIECES NUES	83
CHAPITRE	XI	OPERATIONS DANS L'ENVIRONNEMENT ET CANALISATIONS ISOLEES	88
CHAPITRE	XII	OPERATIONS D'ORDRE NON ELECTRIQUE	91
CHAPITRE	XIII	OPERATIONS PARTICULIERES	94
CHAPITRE	XIV	OPERATIONS SUR BATTERIES	100
CHAPITRE	XV	OPERATIONS SUR EQUIPEMENTS ELECTRIQUES	106
CHAPITRE	XVI	OPERATIONS SOUS TENSION	108
CHAPITRE	XVII	SYNOPTIQUE DES OPERATIONS, ZONES ET HABILITATIONS	110
CHAPITRE	XVII	ACCIDENTS ET INCENDIE SUR V.E.E.E	113
CHAPITRE	XIX	ANNEXE R 100	117



Imexco

CHAPITRE I

DOMAINES

D'APPLICATION

I PERSONNEL CONCERNÉ PAR CE FASCICULE

Tout personnel intervenant sur véhicules et engins à motorisation thermique, électrique et hybride à Energie Electrique Embarquée (EEE) du domaine BT et TBT, pour des opérations d'ordre électrique ou non électrique :

- Electricien auto,
- Technicien de maintenance,
- Mécanicien,
- Carrossier,
- Sellier,
- Peintre,
- Déconstructeur,
- Remorqueur,
- Dépanneur,
- Contrôleur technique,
- Pompier,
- Essayeur-test...

II SYMBOLE D'HABILITATION CORRESPONDANT

- **B0L :** exécutant ou chargé de réparation,
- **B1L - B2L :** exécutant – chargé de travaux d'ordre électrique,
- **BRL :** chargé d'intervention,
- **BCL :** chargé de consignation,
- **BEL :** chargé d'essai ou d'expertise,
- **B1XL - B2XL :** exécutant – chargé d'opérations particulières,
- **B1TL - B2TL :** exécutant – chargé de travaux sous tension,

III VEHICULES ET ENGINS CONCERNÉS

Ce fascicule concerne les **VEHICULES ET ENGINS AUTOMOBILES** à :

- Motorisation thermique,
- Motorisation électrique,
- Motorisation hybride.

possédant une Energie Electrique Embarquée (EEE) du domaine BT et TBT, tels que véhicules de transport de personnes ou marchandises, engins de, travaux publics, manutention, travaux agricoles, plate-forme élévatrice mobile...

Il concerne les opérations électriques et non électriques sur et au voisinage :

- de l'équipement d'énergie électrique de traction, de service, et servitude,
- de la source d'énergie électrique embarquée.

Toutes les étapes du cycle de vie de ces véhicules ainsi que leurs batteries sont concernées

- Bureau d'étude, fabrication, maintenance,
- Recharges, stockage, remplacement des batteries.
- Dépannage, remorquage
- Déconstruction,

➤ PRESCRIPTIONS DE SECURITE

Les prescriptions de sécurité décrites dans le présent fascicule préparant à l'habilitation des personnes intervenant sur des véhicules ou engins ont pour but d'assurer la sécurité de ces personnes et des tiers lors des opérations sur ou au voisinage de :

- L'équipement électrique de traction,
- L'équipement électrique de service/servitude,
- Les dispositifs d'énergie électrique embarquée.

On analysera les prescriptions de sécurité selon :

- Les Opérations Hors Tension
- Les Opérations dans l'environnement électrique
- Les Opérations d'ordre non électrique
- Les opérations particulières sur véhicules et batteries
- Les incendies sur véhicules électriques
- La conduite à tenir en cas d'accidents.

NOTA : Les Travaux Sous Tension évoqués au chapitre XVI de ce fascicule sont exclus de ces formations.

Ces prescriptions de sécurité reposent sur l'utilisation de mesures de protection contre les risques :

- Les Chocs électriques,
- Les Courts- circuits,
- Les Explosions.



Imexco

CHAPITRE II

EFFETS

DU COURANT ELECTRIQUE

□ EFFETS DU COURANT ELECTRIQUE SUR LE CORPS HUMAIN

Les effets se manifestent différemment à partir de seuils qui sont fonction :

- du type de courant : alternatif \sim ou continu $----$,
- de la valeur de la tension,
- du domaine de fréquence de la tension,
- du type d'onde de courant.



La fibrillation ventriculaire est considérée comme la cause principale de mort par choc électrique.

ROLE DE LA RESISTANCE DU CORPS HUMAIN

Les tissus du corps humain peuvent être représentés par une succession de résistances R et de réactances X (inductances et capacités), le tout constituant une impédance Z (appelée résistance en langage courant) :

$$\text{L'Impédance : } Z = \sqrt{R^2 + x^2}$$

Si l'impédance interne du corps varie peu pour un individu déterminé, par contre, l'impédance de la peau est fonction des facteurs suivants :

- 1 - La surface et la pression de contact,
- 2 - La tension de contact,
- 3 - La température de la peau,
- 4 - L'état d'humidité et la sudation de la peau,
- 5 - Le temps de passage du courant,
- 6 - L'état physiologique de la personne,
- 7 - La morphologie de l'individu,
- 8 - Le trajet du courant dans le corps humain.

RÉSISTANCE DU CORPS HUMAIN Ω (Ohm)

En fonction de la tension de contact et l'état de la peau.

Article 322 - 2 de la Norme NF C 15 - 100

TENSION DE CONTACT	PEAU SECHE	PEAU HUMIDE	PEAU MOUILLEE	PEAU IMMERGEE
25 V	5 000	2 500	1 000	500
50 V	4 000	2 000	875	440
250 V	1 500	1 000	650	325
> 250 V	1 000	1 000	650	325

□ ROLE DE L'INTENSITE

L'intensité est le résultat de la division de la tension par l'impédance du corps humain.

$$\frac{I = Un}{Z}$$

Si un courant électrique traverse :

- Le cœur → fibrillations ventriculaires
 - La cage thoracique → asphyxie (tétanisation du diaphragme)
 - Le cervelet → asphyxie (blocage du diaphragme)

- ❑ LE CŒUR,
 - ❑ LES POUMONS,
 - ❑ LE FOIE,
 - ❑ LES REINS.

sont des organes **TRES FRAGILES** :

**40 fois moins résistant
que la peau.**



FACTEURS AGGRAVANT LES DOMMAGES CORPORELS

- L'intensité du courant (danger à partir de 5 mA),
 - La durée du passage du courant,
 - La surface de la zone de contact,
 - Le trajet du courant dans le corps,
 - L'état de la peau (sèche, humide, mouillée),
 - La nature du sol,
 - La capacité d'isolation des chaussures portées

Le courant suit le chemin le plus court

Entre le point d'entrée et le point de sortie, il peut endommager tous les organes qui se trouvent sur son passage.



Par exemple !

Contact direct entre 2 conducteurs électriques sous tension :

- + Contact avec la main droite et la main gauche :
→ **30% du courant passe par le cœur,**



- + Contact avec la main droite et le pied droit :
→ **10 % du courant passe par le cœur,**
- + Contact entre la main gauche et le pied gauche :
→ **95% passe par le cœur,**

- + Contact avec la tête et le pied gauche :
→ **65% passe par le cœur,**
- + Contact avec la tête et le pied droit :
→ **10% passe par le cœur**

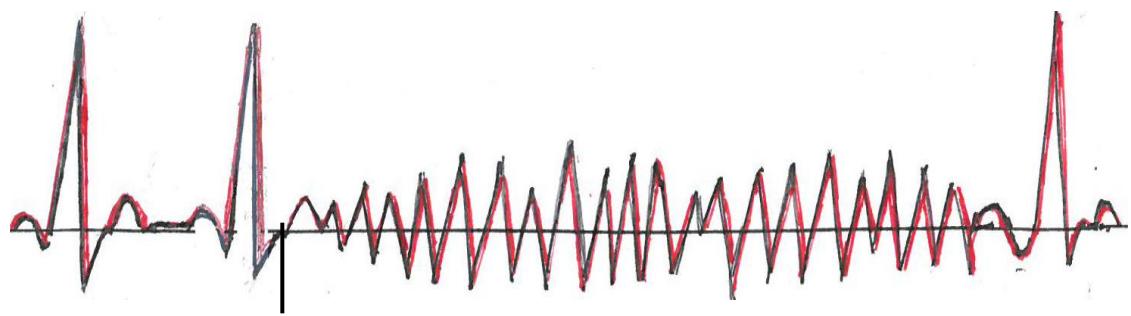


ATTENTION POUR LES GAUCHERS !!!

➤ **EFFETS DU COURANT ALTERNATIF**

INTENSITE qui traverse le corps	PERCEPTION DES EFFETS	TEMPS
0,5 à 1 mA	seuil de perception suivant l'état de la peau	
8 mA	choc au toucher, réactions brutales	
10 mA	contraction des muscles des membres, crispations durables	4 mn 30
20 mA	début de tétanisation de la cage thoracique	60 sec
30 mA	paralysie ventilatoire	30 sec
40 mA	fibrillation ventriculaire	3 sec
75 mA	fibrillation ventriculaire	1 sec
300 mA	paralysie ventilatoire	110 ms
500 mA	fibrillation ventriculaire	100 ms
1 000 mA	arrêt cardiaque	25 ms
2 000 mA	centres nerveux atteints	instantané

ELECTRO-CARDIOGRAMME ECG

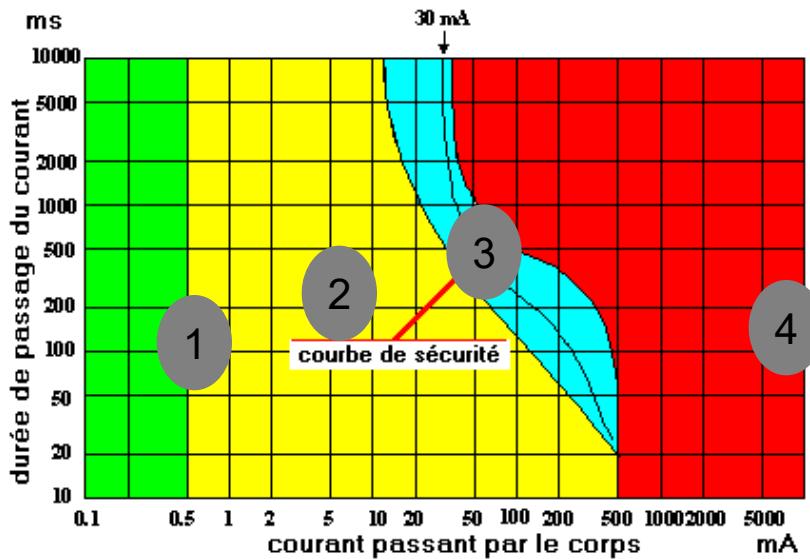


ECG : normal

ECG : Fibrillation Ventriculaire

➤ EFFETS DU COURANT ALTERNATIF

Le graphique ci-dessous définit les zones temps-intensité selon les effets physiologiques que produit le courant alternatif



zone	Effets physiologiques
Zone 1	Aucune réaction
Zone 2	Aucun effet physiologique dangereux.
Zone 3	Aucun dommage organique : probabilité de contractions musculaires et de difficultés de respiration.
Zone 4	En plus des effets de la zone 3, probabilité de fibrillation ventriculaire ; des effets pathophysiologiques tels que brûlures graves, arrêt du cœur, arrêt de la respiration peuvent se produire

Exemple



Il est plus dangereux pour le corps humain d'être traversé par un courant alternatif d'intensité 50 mA pendant 2 s que par un courant alternatif d'intensité 100 mA pendant 50 ms.

➤ EFFETS DU COURANT CONTINU

Le courant continu entraîne les mêmes conséquences que le courant alternatif à 50 Hz, mais avec un facteur d'équivalence K de l'ordre de 3,75, c'est à dire, le risque est 3,75 fois plus petit.

Le moment le plus dangereux est la mise sous tension et la coupure du courant.

2 mA	Seuil de perception
Non défini	Seuil de non lacher
130 mA	Seuil de fibrillation cardiaque

□ TYPES DE BLESSURES

SIEGES DES LESIONS

- Lésions multiples (33,5%),
- Lésions à la main (25,6%),
- Lésions aux membres supérieurs (12,6%),
- Lésions aux yeux (8,7%).

NATURE DES LESIONS

- Brûlures (49,1%),
- Douleurs (6,1%),
- Autres (21,4%),
- Commotions (5,6%),
- Contusions (4,0%),
- Plaies (3,3%).

PRINCIPAUX FACTEURS D'ACCIDENTS

- Un mode opératoire inapproprié ou dangereux (31%),
- La méconnaissance des risques (30%),
- L'application incomplète des procédures (15%),
- La formation insuffisante (12%),
- L'état du matériel 16%),
- L'état du sol (11%).

□ **ROLE DE LA TENSION**

EN COURANT ALTERNATIF

- Au dessous de 50 V : mains sèches, absence d'accident mortel, (24V sur mains humides, et 12 V sur mains mouillées),
- Entre 50 et 500 V, on constate le plus grand pourcentage de fibrillation cardiaque,

EN COURANT CONTINU

- En dessous de 120 V, absence d'accident mortel,
- Entre 120 et 750 V, tensions des batteries de traction, on constate des effets d'électrolyse et des brûlures par effet Joule,

DOMAINES DE TENSION

Domaine de tension	Valeur de la tension nominale Un exprimée en Volts	
	Tension alternative	Tension continue
Très basse tension TBT	Un ≤ 50	Un ≤ 120
Basse tension BT	50 ≤ Un < 1000	120 ≤ Un < 1500

Limites de Tension de Sécurité



Types de sources de sécurité

- transformateur,
- groupe électrogène,
- générateur autonome : pile, accumulateur,

Locaux Exigus

- 25 V en alternatif
- 60 V en continu



Locaux secs

- 50 V en alternatif
- 120 V en continu

Locaux humides

- 25 V en alternatif
- 60 V en continu



Imexco

CHAPITRE III

LE RISQUE ELECTRIQUE

DEFINITION DU RISQUE ELECTRIQUE

L'énergie électrique, qui intrinsèquement représente un danger mortel, comme on vient de le voir, expose l'utilisateur quel qu'il soit, à un risque d'accident dont la gravité dépend de nombreux facteurs.

Les accidents d'origine électrique proviennent, soit :

- D'un contact direct ou indirect entre une personne et une pièce conductrice portée à un potentiel différent,
- D'un court-circuit entre 2 pièces portées à des potentiels différents entraînant des effets thermiques (étincelles, arc électrique, projection de particules de métal en fusion), qui dépendront de la puissance électrique en jeu.

De nombreux facteurs vont déterminer la probabilité d'accidents et leur gravité, c'est ce que l'on appelle : **le Risque Electrique** :

- La nature de l'installation,
- Les caractéristiques électriques : tension (volts), intensité (ampères), puissance (KW),
- Les protections électriques (différentiels, coupe circuit, disjoncteurs magnétothermiques),
- La nature des opérations à réaliser,
- La configuration physique des lieux de travail,
- La non-conformité des équipements,
- Le non-respect des prescriptions de sécurité.

Les conséquences de ces accidents d'origine électrique, qui ont été analysées en détail dans le chapitre II sont sommairement les suivantes :

- Chocs électriques, électrisation ou électrocution,
- Brûlures corporelles externes ou internes,
- Atteinte du système optique (émission de rayons UV),
- Atteinte du système auditif,
- Effets collatéraux, chutes, incendie, explosion...

Seules des prescriptions de sécurité très strictement observées, permettent de supprimer le risque électrique, ou du moins si la suppression n'est pas possible de s'en protéger totalement.

CONDUITE DE L'ANALYSE DU RISQUE ELECTRIQUE

Il est nécessaire avant de commencer toute opération électrique ou non, de PROCÉDER A L'ANALYSE DU RISQUE ELECTRIQUE afin de mettre en place les mesures de prévention pour la protection des personnes et des biens.

L'analyse du RISQUE ELECTRIQUE est de la responsabilité de l'employeur.

Cette analyse a pour but de respecter les mesures réglementaires et de définir les moyens de protection mis en place, les distances de sécurité...

Dans les phases de préparation et d'exécution de l'opération, l'Employeur ou son représentant doit se poser

4 questions fondamentales :

1°) Présence de pièces nues susceptibles d'être sous tension accessibles dans le périmètre de l'opération :

Oui ? - Non ?

2°) Présence de canalisations isolées :

Oui ? - Non ? ; leur état : bon ? - mauvais ?

3°) Y-a-t-il un risque d'endommager les canalisations isolées lors de la manutention d'équipements de travail ou matériaux :

Oui ? - Non ?

4°) L'opération envisagée peut-elle exposer d'autres personnes aux risques électriques :

Oui ? - Non ?

MISE EN ŒUVRE DE L'ANALYSE DU RISQUE

Pour répondre à ces questions, l'analyse du risque doit prendre en compte **l'ensemble** des paramètres, à savoir :

- Les caractéristiques électriques :

Il faut noter que l'habilitation électrique est obligatoire dès que les seuils des grandeurs électriques suivants sont atteints :

Courant continu $___ ___$

- Les types d'opérations à effectuer,
- Les distances des pièces nues sous tension accessibles,
- Les équipements de travail : engins, échelles, échafaudages, outils,
- Les zones de travail : mouvements possibles : incertitude des canalisations isolées invisibles,
- Les facteurs extérieurs : vent, orage, pluie...

Cette analyse du risque doit :

- Être conduite par la personne en charge de l'opération, qu'elle soit d'ordre électrique ou non électrique,
c'est-à-dire : soit

le Chargé de Réparation
le Chargé de Travaux, ou le chargé d'intervention,
le Chargé d'Essais,
le Chargé d'opérations particulières.

- Déterminer la zone d'évolution,
 - Baliser la zone d'évolution,
 - Être réalisée par chaque exécutant.
-
- Attention aux incertitudes de positionnement des canalisations isolées, invisibles,
 - Attention aux mouvements possibles imprévisibles, de chutes : outils, pièces, matériel...

Si pendant la réalisation des opérations, un risque imprévu intervient ou subsiste, l'opération doit être suspendue.

Une nouvelle analyse du risque doit être conduite.

PRINCIPES FONDAMENTAUX DE SECURITE A RESPECTER

Pour tout type d'opération, toute phase de travail, on doit en fonction de l'analyse du risque, respecter la hiérarchie suivante selon le Code du Travail, art. 4544-4

- 1° D'abord, si un risque est détecté : il faut le supprimer par la mise hors tension, ou la consignation de l'équipement,
- 2° Si on ne peut supprimer le risque, à défaut, il faut mettre en place une protection collective (obstacle, éloignement, isolation),
- 3° Si cela s'avère impossible, il faut alors utiliser les équipements de protection individuelle (EPI : gants, écran facial, casque...).

Cela implique de :

- choisir le mode opératoire et les procédures, les équipements de protection adéquats, les outils, matériels et équipements appropriés,
- délimiter et de baliser la zone de travail,
- prendre en compte des conditions ambiantes, vent, pluie, orage...
- étudier la nécessité éventuelle d'un surveillant de sécurité électrique...



Imexco

CHAPITRE IV

MOYENS DE PREVENTION

DU

RISQUE ELECTRIQUE

□ PROTECTION CONTRE LES RISQUES DE CONTACTS DIRECTS

 **On appelle contact direct, un contact de personne avec une partie active d'un circuit sous tension.**

GENERALITES

Les dispositifs de protection contre les risques de contact direct ont pour but d'assurer la mise hors de portée de pièces nues sous tension accessibles aux travailleurs.

La protection peut être obtenue par l'un des trois moyens suivants :

- ELOIGNEMENT
- OBSTACLES
- ISOLATION



qui doivent répondre aux critères

PERMANENCE ET EFFICACITE

INDICES DE PROTECTION DES OBSTACLES

Les indices de protection sont définis par la norme française EN 60529 et symbolisés par les lettres IP suivies de deux chiffres caractéristiques IP XX.

- le 1^o chiffre représente la protection contre les corps solides,
- le 2^o chiffre représente la protection contre les corps liquides.

❖ *Ils assurent la protection contre les contacts directs.*

Les degrés minima de protection du matériel sont :

Basse tension : IP 2X (bille d = 12,5 mm)

(doigt d'épreuve articulé d = 12 mm, longueur 80 mm)

TABLEAU DES INDICES DE PROTECTION IP XX

PREMIER CHIFFRE Protection contre les corps solides	DEUXIEME CHIFFRE Protection contre les liquides
0 Aucun essai n'est exigé	0 Non protégé, aucun essai n'est exigé
1 Protégé contre les corps solides > à 50 mm	1 Protégé contre les chutes verticales de gouttes d'eau (condensation)
2 Protégé contre les corps solides > à 12 mm (IP XXB)	2 Protégé contre les chutes de gouttes d'eau jusqu'à 15° de la verticale
3 Protégé contre les corps solides > à 2.5 mm	3 Protégé contre la pluie jusqu'à 60° de la verticale
4 Protégé contre les corps solides > à 1 mm (IP XXD)	4 Protégé contre les jets d'eau de toutes directions
5 Protégé contre les poussières	5 Protégé contre les jets d'eau de toutes directions à la lance
6 Totalement protégé contre les poussières	6 Protégé contre les projections d'eau assimilables aux paquets de mer
	7 Protégé contre les effets de l'immersion
	8 Protégé contre les effets de l'immersion prolongée

Remarque : le degré de protection est lié à l'utilisation

Exemple :

IP 66 veut dire :

- **Totalement protégé contre les poussières et protégé contre les paquets de mer.**



PROTECTION CONTRE RISQUES DE CONTACT INDIRECT

La réglementation Européenne R 100 sur la sécurité des véhicules électriques de tension nominale supérieure à 60 v cc exige que :

1° Toutes les parties conductrices du véhicule soient reliées à la masse (carrosserie, châssis...), lors de la charge du véhicule électrique ; cette masse doit être reliée à la terre.

2° Ce circuit électrique de traction (appelé haute tension dans la convention Européenne) doit être isolé de la masse du véhicule par une résistance égale à :

100 Ω / V Dc et 500Ω / VAc.

Lors des opérations d'ordre électrique ou non électrique sur les véhicules / engins :

Si un risque est détecté lors de l'analyse des risques **préalable** à toute opération, il faut pour travailler en toute sécurité en respectant le code du travail :

- 1° Supprimer le risque par la consignation ou la mise hors tension,
- 2° Si une telle procédure s'avère impossible, il faut mettre en place une protection collective,
- 3° Si cela s'avère impossible, il faut obligatoirement revêtir les EPI.

Les différents moyens de protection du risque électrique sont les suivants :

1 MATERIEL DE PROTECTION COLLECTIVE

Ecrans Protecteurs (nappe isolante)

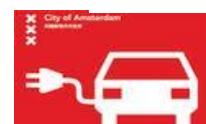
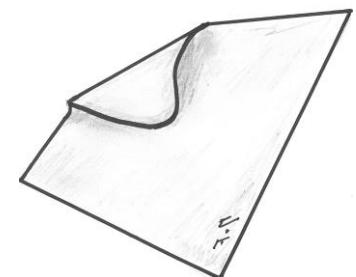
Lors des travaux ou interventions au voisinage de pièces nues sous tension, la pose d'écrans protecteurs ou dispositifs similaires est nécessaire (conforme à la norme NF EN 61 112).



Tapis Isolant

Sécurités complémentaires

A proximité du poste de travail signalé du logo « véhicule électrique » on doit trouver les éléments suivants :

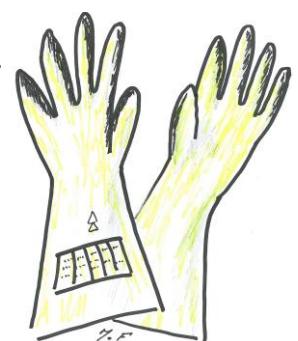


- Un extincteur à poudre polyvalente,
- Une arrivée d'eau pour rinçage abondant en cas de contact avec l'électrolyte,
- Un dispositif ou une installation pour récupérer les excédents en eau évacués par les trop pleins sous véhicule, lors des opérations de remise à niveau de la batterie de traction.

2 MATERIEL DE PROTECTION INDIVIDUELLE

Gants Isolants

- Ils doivent être adaptés à la tension des installations électriques.
- Ils doivent être vérifiés avant chaque emploi (ne pas présenter de trous ou de déchirures).
- Ils doivent être conformes à la norme NF C 18-415.
- Tout gant défectueux doit être éliminé.
- Les gants isolants ne doivent en aucun cas être utilisés pour effectuer des opérations de manutention.



Conserver vos gants dans leur étui de protection, ne les laissez pas au contact de vos outils ou d'autres.

- les surgants isolants en cuir : conforme à la norme NF C 388
- les gants en composite isolants : conforme à la norme NF C 388

→ **Résistent au percement et aux arcs**

Ecran Facial de Protection (Normes EN 166)

Caractéristiques :

- Monture en matériau isolant : obligatoire,
- Ecran en matière organique : optiquement neutre,
- Le degré de transmission du rayonnement est fonction de la teinte.

Dans tous les cas, l'écran réduit l'effet néfaste des rayons ultraviolet.



Utilisation :

- Pour protéger des risques de projections de particules liquides ou solides et de rayonnements ultraviolet, lorsqu'il y a création d'un arc électrique involontairement.

Tenue vestimentaire

- Tissus non-propagateurs de la flamme,
- Pas d'inserts métalliques (fermeture, boutons...),
- Pas de porte-clés, mousqueton à la ceinture...,
- Pas de chaîne de cou, bracelets...,
- Toutes les parties du corps recouvertes (pas de bras nus...).



Chaussures de Sécurité Isolantes

- Conforme à la norme NF EN 50 321



3

EQUIPEMENT DE TRAVAIL

Outils isolants ou Isolés

Conforme à la norme NF EN 61 112



Vérificateur Pneumatique

Pour contrôle obligatoire des gants avant chaque utilisation.

Vérification par gonflage et immersion dans l'eau



Vérificateurs d'Absence de Tension (VAT)

Caractéristiques :

Les appareils de mesure ne doivent pas être utilisés à cet usage, pas plus que les vérificateurs d'absence de tension ne peuvent être considérés comme des appareils de mesure.



Le VAT doit être conforme à la norme NF EN 61 243 - 3

Vérification- Entretien :

Avant chaque utilisation,

Vérifier le bon fonctionnement.

Lors de l'utilisation

Mettre des gants isolants, si l'opérateur opère à proximité de pièces nues sous tension.

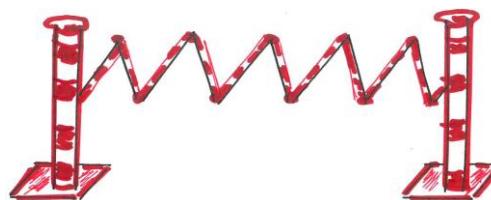
Après chaque utilisation

Tester à nouveau le bon fonctionnement du VAT.

4

BALISAGE

- Le repérage des zones de travail sur et autour des véhicules, lors de travaux et interventions nécessite un balisage.
- L'entrée dans la zone de travail doit être clairement délimitée.



Ce balisage est réalisé par :

- Des barrières,
- Des banderoles,
- Des pancartes.



5

ORGANISATION SECURITAIRE DU TRAVAIL

Cette organisation repose à la fois :

- sur les procédures de travail traitant chaque type d'opération (voir chapitres suivants),
- sur le rôle et la qualification de chaque intervenant.



Imexco

CHAPITRE V

CODE DU TRAVAIL SELON
LE DECRET DU 22/09/2010
et
L'ARRETE DU 20/11/2017

Code du Travail

« Article R. 4544-3

Nouveau

La définition des opérations sur les installations électriques ou dans leur voisinage ainsi que les modalités recommandées pour leur exécution figurent dans les normes homologuées dont les références sont publiées au Journal Officiel de la République Française, par arrêté des Ministres chargés du Travail et de l'agriculture.

« Article R. 4544-4

Nouveau

L'employeur définit et met en œuvre les mesures de prévention de façon à supprimer ou, à défaut, à réduire autant qu'il est possible le risque d'origine électrique lors des opérations sur les installations électriques ou dans leur voisinage.

A cet effet, il s'assure que :

« 1) Les travaux sont effectués hors tension, sauf s'il ressort de l'évaluation des risques que les conditions d'exploitation rendent dangereuse la mise hors tension ou en cas d'impossibilité technique ;

« 2) Les opérations effectuées au voisinage de pièces nues sous tension sont limitées aux cas où il n'a pas été possible de supprimer ce voisinage soit en consignant l'installation ou la partie d'installation à l'origine de ce voisinage soit à défaut, en assurant la protection par éloignement, obstacle ou isolation ;

« 3) Les opérations d'ordre non électrique dans le voisinage de pièces nues sous tension sont limitées aux seules opérations qui concourent à l'exploitation et à la maintenance des installations électriques.

Travailleurs autorisés à effectuer des opérations sur les installations électriques ou dans leur voisinage

« Art. R. 4544-9.

Nouveau

Les opérations sur les installations électriques ou dans leur voisinage ne peuvent être effectuées que par des travailleurs habilités.

« Art. R. 4544-10.

Nouveau

Un travailleur est habilité dans les limites des attributions qui lui sont confiées. L'habilitation, délivrée par l'employeur, spécifie la nature des opérations qu'il est autorisé à effectuer.

« L'employeur remet à chaque travailleur un carnet de prescriptions établi sur la base des prescriptions pertinentes de ces normes, complété, le cas échéant, par des instructions de sécurité particulières au travail effectué ».

Avant de délivrer l'habilitation, l'employeur s'assure que le travailleur a reçu la formation théorique et pratique qui lui confère la connaissance des risques liés à l'électricité et des mesures à prendre pour intervenir en sécurité lors de l'exécution des opérations qui lui sont confiées.

NOTA :

Bien entendu les précédents articles du Code du Travail

4534 – 107 à 4534 – 130

s'appliquent également

Décrets, arrêtés, circulaires

TEXTES GÉNÉRAUX

MINISTÈRE DU TRAVAIL

Arrêté du 20 novembre 2017 relatif aux normes définissant les modalités recommandées pour l'exécution des opérations sur les installations électriques ou dans leur voisinage – Prévention du risque électrique

NOR : MTRT1732583A

Publics concernés : les employeurs qui font réaliser par leurs salariés des travaux sur les installations électriques dans l'ensemble des domaines concernés : industrie et tertiaire, batteries stationnaires, véhicules et engins à motorisation thermique, électrique ou hybride ayant une source d'énergie électrique embarquée du domaine très basse tension (TBT) et basse tension (BT).

Objet : définir les références des normes applicables à cette activité.

Entrée en vigueur : le texte entre en vigueur le 1^{er} janvier 2018

Références : le présent arrêté peut être consulté sur le site Légifrance (<http://www.legifrance.gouv.fr>).

La ministre du travail et le ministre de l'agriculture et de l'alimentation,

Vu le code du travail, notamment l'article R. 4544-3 ;

Vu le décret n° 2009-697 du 16 juin 2009 relatif à la normalisation ;

Vu l'avis du Conseil d'orientation des conditions de travail en date du 21 mars 2017,

Arrêtent :

Art. 1^e. – Les références des normes recommandées conformément à l'article R. 4544-3 du code du travail sont les suivantes :

1^o NF C 18-510 janvier 2012 relative aux opérations sur les installations électriques ou dans leur voisinage ainsi que les modalités recommandées pour leur exécution – Prévention du risque électrique ;

2^o NF C 18-550 août 2015 relative aux opérations sur véhicules et engins à motorisation thermique, électrique ou hybride ayant une source d'énergie électrique embarquée – Prévention du risque électrique.

Art. 2. – L'arrêté du 26 avril 2012 relatif aux normes définissant les opérations sur les installations électriques ou dans leur voisinage ainsi que les modalités recommandées pour leur exécution est abrogé.

Art. 3. – Le présent arrêté est applicable à compter du 1^{er} janvier 2018.

Art. 4. – Le directeur général du travail au ministère du travail et le directeur des affaires financières, sociales et logistiques au ministère de l'agriculture et de l'alimentation sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au *Journal officiel de la République française*.

Fait le 20 novembre 2017.

La ministre du travail,

Pour la ministre et par délégation :

Le directeur général du travail,

Y. STRUILLOU

*Le ministre de l'agriculture
et de l'alimentation,*

Pour le ministre et par délégation :

*Le directeur des affaires financières,
sociales et logistiques,*

C. LIGEARD



Imexco

CHAPITRE VI

PRINCIPALES DEFINITIONS

NORMATIVES



DEFINITION CONCERNANT LES ENTREPRISES

- **Entreprise exploitante**

Entreprise qui organise et met en œuvre la sécurité pour son propre personnel qui utilise les équipements électriques.

- **Entreprise extérieure**

Entreprise dont le personnel compétent dans le domaine de l'électricité et qui respecte les prescriptions de sécurité, intervient dans une entreprise exploitante.

- **Entreprise de travail temporaire**

C'est à l'employeur de l'entreprise exploitante d'habiliter le personnel de l'entreprise intérimaire, d'évaluer ses compétences, et compléter si besoin sa formation.

- **Donneur d'ordre**

Il doit prendre en compte le risque électrique, valider les modalités des opérations, après accord avec l'entreprise qu'il a commandée pour réaliser des opérations sur ou dans l'environnement des installations électriques.



DEFINITION CONCERNANT LES PERSONNES (ACTEURS)

➤ **EMPLOYEUR**

Personne physique qui a autorité sur le personnel qu'elle emploie :

Tant pour son personnel qu'en tant qu'utilisateur de personnel intérimaire.

L'Employeur doit avant de confier une opération :

- **S'assurer de la qualification et de la formation du personnel en matière de sécurité électrique**, notamment de l'adéquation de la compétence du personnel avec les opérations qu'il lui confie et le désigner pour cette affectation,
- Délivrer le titre d'habilitation, si nécessaire,
- Remettre, contre reçu, à toute personne habilitée, un carnet de prescriptions établi sur la base des prescriptions pertinentes de ce document, complété, le cas échéant, par des instructions de sécurité particulières au travail à effectuer.

➤ **CHEF D'ETABLISSEMENT**

Personne responsable des installations électriques et de l'organisation de la sécurité.

➤ CHARGE D'EXPLOITATION ELECTRIQUE

- ❖ Personne qui, désignée par l'employeur pour assurer l'exploitation d'une installation électrique, doit être qualifiée pour les travaux d'ordre électrique, c'est-à-dire une personne ayant une instruction, une connaissance théorique et pratique, une expérience, lui permettant d'analyser les risques électriques.

Cette personne doit :

- Mettre en œuvre les mesures de sécurité qu'elle doit faire *appliquer*,
- Délivrer l'autorisation de travail ou intervention,
- Nommer le Chargé de consignation.

Cette fonction peut être remplie par un :

- *Chef d'atelier, Chef d'équipe,*
- *Réceptionnaire après-vente,*
- *Responsable prototype.*



Un seul Chargé d'Exploitation électrique pour un équipement électrique donné.

➤ PERSONNE EN CHARGE D'UNE OPERATION

C'est une personne habilitée qui est désignée par son employeur pour être responsable de l'opération envisagée, c'est-à-dire **DIRIGER** l'opération.

A ce titre, cette personne est responsable à la fois de la qualité du travail à effectuer, de la sécurité des personnels sous ses ordres, et des tiers.

- Préalablement au début de l'opération, elle doit faire l'analyse des risques (de tous les risques et bien sûr du risque électrique, objet de cette formation), et prendre les dispositions de sécurité découlant de cette analyse.
- Pendant l'opération, « **cette personne en charge de l'opération** » doit veiller à la bonne exécution du travail et au respect des mesures de sécurité.
- A la fin de l'opération, elle doit vérifier que tous les outils, balisage... ont été supprimés, interdire aux personnels l'accès à la zone de travail et rédiger :

I'Avis de Fin de Travail.

➤ PERSONNE QUALIFIEE (en électricité) POUR TRAVAUX D'ORDRE ELECTRIQUE

Personne professionnelle en électricité, ayant une instruction, une connaissance théorique et pratique, une expérience lui permettant d'analyser les risques électriques.



La qualification est validée par l'employeur.

➤ PERSONNE AVERTIE POUR TRAVAUX D'ORDRE NON ELECTRIQUE

Personne qui ne travaille pas sur les circuits électriques du véhicule, mais opère dans un environnement électrique dont les caractéristiques sont inférieures aux seuils :

Tension < 25 Volts \sim ou 60 Volts $\equiv\equiv$; ET Capacité batterie < 180 Ah

Ces personnes doivent être **suffisamment informées et formées** pour connaître les risques électriques, et éviter de s'exposer.

La durée de formation préconisée est de 7 heures.

➤ PERSONNE ORDINAIRE

Personne qui n'est, ni qualifiée, ni avertie.

➤ PERSONNE HABILITEE

Personne qui a été formée aux risques électriques dont l'employeur reconnaît la capacité à accomplir en sécurité sur ou au voisinage des installations électriques, les tâches qui lui sont confiées.

Cette personne est dite habilitée par l'employeur, si son habilitation est concrétisée par un titre d'habilitation.

➤ OPERATEUR

Terme générique indiquant une personne réalisant des opérations d'ordre électrique ou non électrique.

➤ CHARGE DE TRAVAUX

Personne désignée par l'Employeur pour ASSURER la direction effective des travaux électriques.

Cette personne doit être qualifiée et habilitée

Cette fonction peut être assumée par un :

Un technicien expert, un technicien électricien automobile, un technicien qualifié ou ouvrier spécialisé...

➤ CHARGE DE CONSIGNATION

Personne désignée en vue d'ASSURER la mise en sécurité de l'installation électrique.

Cette personne doit être Qualifiée et Habilitée,

Cette fonction qui peut être assumée par :

Un technicien, un opérateur de service rapide, un préparateur véhicule...

➤ CHARGE D'INTERVENTION

Personne désignée par l'employeur pour réaliser des opérations d'ordre électrique particulières : études, conceptions, essais.

Cette personne doit être Qualifiée et Habilitée.

➤ CHARGE D'ESSAI

Personne réalisant des essais d'ordre «électrique »

- Cette personne doit être Habilée.**

➤ CHARGE D'OPERATION

Personne désignée pour **REALISER** ou **DIRIGER** des opérations, telles que : contrôle technique, crash-test, dépannage, remorquage, service de secours...

- Cette personne doit être habilitée**

➤ CHARGE DE REPARATION

Personne désignée par l'employeur pour **DIRIGER** des opérations de travaux d'ordre non électrique.

- Cette personne doit être Habilée.**

Elle participe aux opérations de préparation et de contrôle, concernant la sécurité électrique, que les personnes travaillant sous son autorité doivent respecter.

Elle doit assurer leur surveillance.

➤ EXECUTANT

▪ Exécutant d'opération d'ordre électrique

- Personne Habilée.**

Cette personne est sous les ordres du Chargé de Travaux ou d'Intervention, ou d'opérations particulières.

Cette fonction peut être assumée par :

- ***Un électricien, un mécanicien - électricien.***
- **Exécutant d'opération d'ordre non électrique.**

Opération d'ordre non électrique dans un environnement électrique.

- Personne Habilée ou Avertie ou Ordinaire, selon les situations.**

Cette fonction peut être assumée par un :

- ***Un mécanicien, un peintre, un carrossier...***

NOTA : Les termes « électricien » et « non électricien » ne sont pas normatifs, et donc ne sont pas utilisés dans la Norme NF C 18-550.

En effet, on ne qualifie plus désormais les opérateurs (électricien et non électricien), mais les opérations (« opération d'ordre électrique » « opération d'ordre non électrique »). Mais pour une meilleure compréhension des stagiaires, les termes « électricien » et « non électricien » ont été maintenus également dans ce fascicule.

□ DEFINITIONS RELATIVES AUX OPERATIONS

❖ OPERATION D'ORDRE ELECTRIQUE

Ces opérations d'ordre électrique concernent les conducteurs actifs, leurs isolants et les conducteurs de masse.

Ces opérations requièrent des Personnes qualifiées (voir page 30).

Les opérations d'ordre électrique incluent les opérations sur le circuit électrique, les essais, les mesurages, les vérifications, les manœuvres.

❖ OPERATION D'ORDRE NON ELECTRIQUE

Les opérations comprennent :

- Tôlerie,
- Peinture,
- Mécanique,
- Nettoyage,
- Entretien...

➤ MESURAGE

Opérations de mesurage de grandeur électrique (et non électrique), mécanique, thermique...par des appareils mobiles.

➤ ESSAIS

Opérations destinées à vérifier le fonctionnement, l'état électrique, l'état mécanique... sur un véhicule non mis en sécurité.

➤ VERIFICATIONS

Opérations destinées à vérifier qu'un véhicule est conforme aux dispositions prévues.

➤ MANŒUVRES ELECTRIQUES

Opérations consistant à un changement d'état d'un circuit électrique effectuées au moyen d'appareillage spécialement prévu à cet effet : interrupteur, sectionneur, pont...

➤ OPERATIONS PARTICULIERES D'ENTRETIEN AVEC PRESENCE DE TENSION

Opérations concernant des activités telles que contrôle technique, dépannage, remorquage, essais...

➤ CONSIGNATION (Mise en sécurité électrique)

Ensemble d'opérations destinées à assurer la sécurité des opérateurs.

➤ DECONSIGNATION

Suppression de la mise en sécurité du véhicule et remise sous tension

➤ SEPARATION

Séparer, c'est sectionner tous les conducteurs actifs provenant des sources d'alimentation.

Exemple :

- Ouvrir un sectionneur,
- Déposer les ponts,
- Ouvrir les disjoncteurs,
- Enlever les fusibles...

➤ CONDAMNATION D'UN APPAREIL DE SEPARATION

C'est interdire physiquement la manœuvre de fermeture (cadenas, par exemple), et signaler (par une pancarte) que l'appareil est condamné et ne doit pas être manœuvré.

➤ TRAVAIL

Opération électrique ou non électrique préparée à l'avance, réalisée par un Chargé de Travaux ou un Chargé de Réparation travaillant seul ou ayant des exécutants sous ses ordres.

➤ INTERVENTION

Opération électrique particulière : étude, conception, essai



DEFINITION CONCERNANT LES DISTANCES, ZONES, LOCAUX

➤ ENVIRONNEMENT ELECTRIQUE ET VOISINAGE

Autour des pièces nues sous tension, l'environnement électrique a été découpé en différents volumes, appelés zones :

- Zone de voisinage simple,
- Zone de voisinage renforcée,
- Zone des travaux sous tension.

Autour des canalisations isolées sous tension, l'environnement électrique se compose de la zone d'approche prudente ZAP limitée par la distance limite d'approche DLAP fixée à 30 cm de la canalisation.

➤ CHAMP LIBRE

Espace sans obstacle entourant une **pièce nue sous tension**.

➤ ZONE DE TRAVAIL

Zone autour d'un équipement électrique où les opérateurs évoluent avec les outils, matériels...

➤ LOCAL OU EMPLACEMENT D'ACCES RÉSERVÉ AUX ÉLECTRICIENS

C'est un local technique qui peut contenir des *pièces nues, sous tension et accessibles*, c'est-à-dire de degré de protection inférieur à IP 2X en basse tension (BT) et inférieur à IP 3X en haute tension (HT).

➤ NAPPE ISOLANTE

Nappe en matériau isolant à fixer sur ou devant les pièces nues sous tension pour réaliser un obstacle.

➤ ECRAN

Dispositif de protection isolant ou conducteur disposé devant et à distance des pièces nues sous tension.

➤ PROTECTEUR

Dispositif de protection pour recouvrir de façon amovible des pièces nues sous tension (tels que capuchons isolants)

➤ NAPPAGE

Opération qui consiste à placer la nappe isolante devant les pièces nues sous tension sans contact.

➤ HABILLAGE

Opération qui consiste à placer la nappe isolante **directement** sur les pièces nues sous tension.

❖ DEFINITION RELATIVES AUX DOCUMENTS ECRITS

➤ ORDRE DE REPARATION

Ce document signé par le chef d'entreprise (ou son délégué) et le client qui devra être transmis au chef de travaux qui lui, devra :

- Identifier tous les risques : électriques et autres,
- Définir la nature des travaux à réaliser :
 - Hors tension,
 - Sous tension,
 - Au voisinage,
 - Opérations particulières,
 - Autres.

Joindre à cet ordre de réparation un document de sécurité :

 IPS, ITST, Attestation de mise en sécurité..., en fonction de la nature des opérations.

➤ AUTORISATION DE TRAVAIL (voir page 77)

Permet l'accès aux installations en présence de pièces nues en champ libre :

- Lors des opérations d'ordre NON ELECTRIQUE
 - Dans le cadre d'une consignation / mise hors tension
 - Dans le cadre d'une mise hors de portée
- Lors de travaux d'ordre ELECTRIQUE,
- Lors d'opérations particulières,
- Lors d'interventions BT d'entretien.

L'autorisation de travail doit être rédigée et signée en deux exemplaires par :

- ✓ un Chargé de Consignation,
- ✓ un Chargé d'Exploitation ou un Chef d'Etablissement.

➤ AUTORISATION DE TRAVAIL SOUS TENSION ATST

Ne fait pas partie de cette formation.

➤ IPS – INSTRUCTION PERMANENTE DE SECURITE

Document établi par l'employeur à l'usage du chargé de travaux fixant les différentes modalités, les précautions et les procédures de travail et des opérations en fonction de la matière des travaux à effectuer.

➤ ATTESTATION DE CONSIGNATION / MISE HORS TENSION

Document qui atteste que le véhicule à motorisation électrique est hors tension. Ce document, en deux exemplaires, est daté et signé par le chargé de consignation et le chargé de travaux.

➤ AVIS DE FIN DE TRAVAIL

Document établi, daté, et signé par le chargé de travaux, remis au chargé de mise en sécurité électrique qui le signera à son tour.

➤ AVIS D'INTERRUPTION DE TRAVAUX

Document établi et signé par le Chargé de travaux, indiquant l'heure et la date de l'interruption, remis au Chargé de la mise en sécurité, qui doit le signer.

➤ AVIS DE REPRISE DE TRAVAUX

Document établi par le Chargé de mise en sécurité (consignation), remis au Chargé de travaux, signé par les 2 intervenants, indiquant que les travaux peuvent être repris avec la date et l'heure.

➤ ATTESTATION DE DECONSIGNATION (Remise sous tension)**➤ AVIS DE REMPLACEMENT DE LA PERSONNE EN CHARGE DE L'OPERATION**



Imexco

CHAPITRE VII

FORMATION

&

HABILITATION ELECTRIQUE

HABILITATION ÉLECTRIQUE

L'habilitation est la reconnaissance par son employeur de la capacité d'une personne à accomplir en sécurité les tâches fixées.

MODALITES

Pour pouvoir être habilité, le personnel doit avoir reçu :

- Une formation relative à la prévention des risques électriques.
- Les instructions nécessaires pour le rendre apte à veiller à sa propre sécurité et à celle du personnel qui est placé éventuellement sous ses ordres.

L'HABILITATION EST OBLIGATOIRE POUR :

- Effectuer à titre « d'exécutant » ou « de Chargé de » des opérations sur ou au voisinage des installations électriques,
- Surveiller les opérations **SUR** ou **AU VOISINAGE** des installations électriques,
- Accéder sans surveillance aux locaux et emplacements d'accès réservés aux électriciens.
- Procéder à la consignation.

Le titulaire de l'habilitation ne peut entreprendre de sa propre initiative les travaux pour lesquels il est habilité.

Il doit être obligatoirement désigné pour exécuter les opérations.

(La fiche de travail ou l'affectation à un véhicule à réparer peut constituer une désignation implicite).

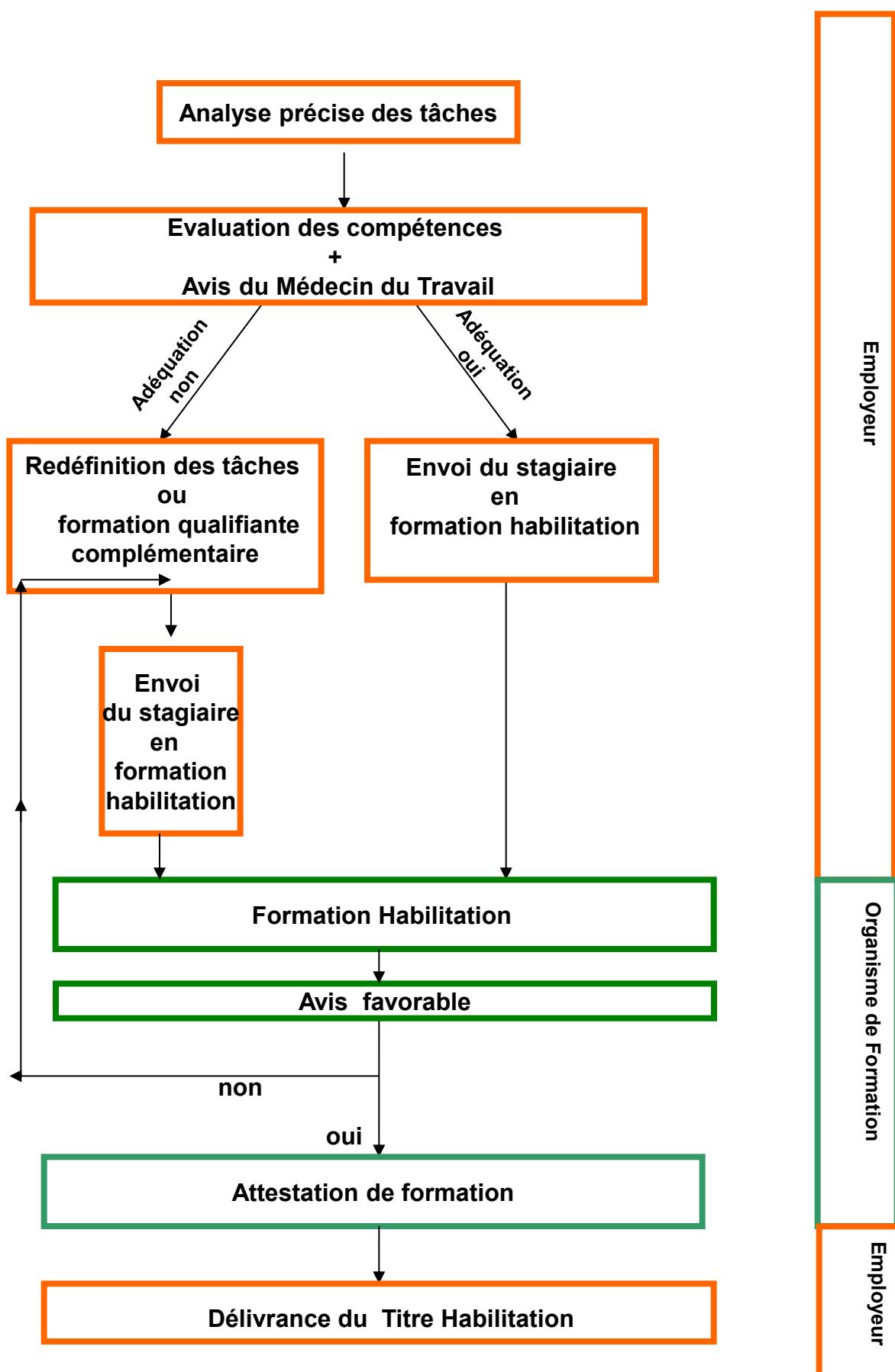
DEMARCHE DE FORMATION A L'HABILITATION

EVALUATION DU BESOIN INITIAL

L'habilitation, lorsqu'elle est requise, doit être déterminée au regard d'une analyse des paramètres ci-après, afin d'obtenir une **adéquation** entre les caractéristiques des opérations susceptibles d'être confiées à la personne et les symboles d'habilitation. Cette analyse prend en compte : Le type d'opérations à réaliser, les caractéristiques des installations et des appareillages, le domaine de tension (TBT, BT), la capacité de la personne à assumer l'opération...

1

SCHEMA SYNOPTIQUE



FORMATION A LA PREVENTION DES RISQUES ELECTRIQUES

Cette formation théorique et pratique a pour but de donner aux personnels concernés, en plus de leurs connaissances professionnelles déjà acquises :

- **La connaissance des risques** inhérents à l'exécution d'opérations électriques et non électriques,
- **Les moyens de les prévenir :**
 - Sur les installations de la chaîne de traction, de service, de servitude, des véhicules EEE (énergie électrique embarquée),
 - Les autres éléments des véhicules à motorisation électrique .

Le Programme comprend deux parties :

- **Une formation théorique aux risques électriques et leur prévention,**
- **Une formation pratique sur :**
 - Sur la protection de l'environnement (balisage...) et de l'opération (EPI...)
 - L'application et le respect des procédures des travaux hors tension BT
 - L'application et le respect des procédures des opérations dans l'environnement.



➤ OBJECTIF DE LA FORMATION

- Connaître et analyser les risques électriques,
- Connaître les prescriptions de prévention des risques électriques, et les mettre en oeuvre,
- Savoir intégrer la prévention dans la préparation du travail,
- Etre informé de la conduite à tenir en cas d'accident ou d'incendie d'origine électrique

➤ CONTENU ET DUREE DE LA FORMATION

Le contenu et la durée doivent tenir compte également :

- Des circonstances réelles de travail du stagiaire,
- Du niveau de connaissance et de l'expérience du stagiaire,
- Des symboles d'habilitation visés.

➤ EVALUATION ET AVIS

En fin de formation, le formateur doit :

- Evaluer les connaissances théoriques et pratiques du stagiaire,
- Délivrer un **AVIS NOMINAL** et **INDIVIDUEL** au stagiaire
- Préciser s'il s'agit d'une formation initiale ou d'un recyclage
- Préciser la durée de la formation

Cet AVIS doit être archivé par l'employeur jusqu'au prochain Recyclage du TITULAIRE.

MODELE D'AVIS APRES FORMATION



VALIDATION DES ACQUIS EN FIN DE FORMATION
STAGE FORMATION HABILITATION ELECTRIQUE
VEHICULES ELECTRIQUES

M. , au cours du stage de « Formation à l'habilitation électrique »,

Niveaux : Formation initiale :

qui s'est déroulé du

2022, sur une durée de h

a suivi une formation théorique et pratique relative à la prévention des risques électriques, selon les prescriptions de la norme NF C 18-550, concernant les véhicules/engins à motorisation thermique, électrique et/ou hybride, animé par :

Monsieur , formateur d'IMEXCO.

A l'issue de cette formation, M. , a subi une évaluation sur ses connaissances en matière de prévention des risques électriques.

Les mises en situation théoriques et pratiques nous permettent d'émettre un avis favorable. Elles permettront à son employeur de l'habiliter aux niveaux

en établissant un titre d'habilitation conforme au chapitre 5 et à l'article 5-7 de la Norme NF C 18-550, s'étant assuré au préalable que :

- Les symboles proposés correspondent bien aux tâches effectuées par la personne habilitée.
- M. possède les compétences techniques requises pour exercer ses fonctions.
- M. soit sur le plan médical, validé par le Médecin du Travail, en capacité d'exercer ses fonctions.

Ce titre devra notamment préciser les véhicules, engins équipements, sur lesquels M. pourra être appelé à exercer son activité, et éventuellement les indications supplémentaires permettant d'éviter toute ambiguïté dans le champ d'application de l'habilitation.

Il appartiendra à son employeur d'assurer sa formation aux risques particuliers propres à l'établissement, et à l'emploi tenu.

Il est rappelé également à l'employeur que celui-ci doit remettre contre reçu, un carnet de prescriptions établi sur la base des prescriptions pertinentes de ces normes, complété le cas échéant par des instructions de sécurité particulières au travail effectué « Code du Travail, article R 4544 - 10 ».

Il est précisé que cette habilitation électrique devra être examinée chaque année, et le maintien des compétences devra être effectué par un recyclage, dont la périodicité recommandée est de trois ans.

Fait à PARIS, le 2022,
Pour Servir et Valoir ce que de Droit



IMEXCO S.A.S – Organisme de Formation Professionnelle

S.A.S capital de 60 000 € ; R.C.S PARIS B 453789224 ; SIRET 45378922400012 ; Code NAF: 8559 A ; R.C.P MATMUT n° 971000129132F

Déclaration d'Activité de Formation enregistrée sous le n° 11 75 43 187 75 auprès du Préfet de Région Île de France.

Déclaration CNIL n°194 9808vO - Membre de la Fédération de la Formation Professionnelle

Siège Social : 68 Boulevard de Port Royal PARIS 75005 – Tél. 01 53 79 07 40 - email : paris@imexco.org

Siège Administratif : 50 Boulevard Gambetta 16300 BARBEZIEUX - Tél. 0979 32 35 99 - email : bordeaux@imexco.org

➤ CONDITIONS D'ATTRIBUTION DE L'HABILITATION

Avant de délivrer le titre d'habilitation à une personne, l'employeur doit vérifier :

- Le type d'installation concerné,
- La localisation de ces installations,
- Le type d'opérations électriques ou non électriques, les limites de tension,
- Les compétences techniques de la personne,
- Les connaissances de l'installation par la personne à habiliter,
- Ses connaissances en matière de sécurité électrique,
- Les éventuelles restrictions médicales,
- La compatibilité de son comportement avec l'exécution des opérations en sécurité,
- La formation théorique et pratique à l'habilitation, les compétences acquises et la correspondance aux symboles visés,
- Le champ d'application de l'habilitation doit être précisé

➤ CAS PARTICULIERS

1° Travail temporaire

C'est à l'employeur qui utilise le Personnel (et non à l'agence d'intérim) qu'il appartient de s'assurer que cette personne, en plus des connaissances suffisantes sur les prescriptions de sécurité, a reçu une formation compatible au travail demandé.

Dans le cas contraire,

Une formation complémentaire sera nécessaire.

2° Entreprises sous-traitantes

Il appartient à l'employeur de l'entreprise utilisatrice, de vérifier les titres des habilitations des personnels de l'entreprise intervenante, qui est seule responsable de la formation de ses propres employés.



MATERIALISATION DE L'HABILITATION

L'employeur doit remettre contre signature à toute personne habilitée un titre d'habilitation selon le modèle page 47.

COMMENT LIRE UN TITRE D'HABILITATION

■ Le 1° Caractère indique le domaine de tension.

B : Ouvrage du domaine Basse Tension et TBT de la chaîne électrique de traction des véhicules et des batteries sur lesquelles le titulaire de l'habilitation pourra travailler

■ Le 2° Caractère indique le type d'opération,

C : Consignation,

R : Intervention,

E : Lettre obligatoirement suivie d'un attribut : Essai ou Expertise,

O : Personnel réalisant ou dirigeant exclusivement des travaux d'ordre non électrique, chiffre obligatoire suivi d'un attribut, exécutant, ou chargé de réparation,

1 : Personnel exécutant des travaux d'ordre électrique,

2 : Personnel « Chargé de Travaux » d'ordre électrique.

■ Le 3° Caractère précise la nature des opérations ci-après

V : Le titulaire peut travailler hors tension au voisinage d'installations dans la zone des opérations BT (zone 4),

T : Le titulaire peut effectuer des travaux sous tension,

X : Le titulaire peut effectuer des opérations particulières aux métiers qui n'entrent pas dans les désignations précédentes.

Lettre obligatoirement suivie d'un attribut : Dépannage-Remorquage, Contrôle technique, Déconstruction, Crash test, Service de secours, Opération Batterie.

■ Le 4° Caractère (L)

L : Caractérise les opérations sur véhicules et engins électriques à énergie électrique embarquée (V.E.E.E).

RECAPITULATIF DES ELEMENTS ET SYMBOLES

1° Caractère Domaine de tension	Tension	B : basse tension (BT) et très basse tension (TBT)
2° Caractère Type d'opération	TRAVAUX D'ORDRE NON ELECTRIQUE	0 : pour EXECUTANT ou CHARGE DE REPARATION
	TRAVAUX D'ORDRE ELECTRIQUE	1 : pour un EXECUTANT 2 : pour un CHARGE DE TRAVAUX
	INTERVENTION BT	R : INTERVENTION
	CONSIGNATION	C : pour un CHARGE DE CONSIGNATION ELECTRIQUE
	ESSAI	E : ESSAI ou EXPERTISE
3° Caractère Lettre additionnelle	Complète si nécessaire les travaux	V : TRAVAUX D'ORDRE ELECTRIQUE hors tension dans la zone DES OPERATIONS ELECTRIQUES BT T : TRAVAUX SOUS TENSION X : OPERATIONS PARTICULIERES
Dernière lettre	Lettre spécifique pour les véhicules	L : concerne les VEHICULES A ENERGIE ELECTRIQUE EMBARQUEE
Attribut	BOL	Exécutant Chargé de Réparation
	BEL	Essai Expertise auto
	B1XL B2XL	Dépannage-Remorquage Expertise auto Déconstruction Contrôle technique Crash test et Homologation Service de secours Opération Batterie

 Ce tableau ne permet pas à lui seul de déterminer les **HABILITATIONS** requises.

➤ **CHAMP D'APPLICATION DES HABILITATIONS**

L'employeur doit préciser en outre :

- Les véhicules concernés,
- Les limites de la tension,
- Des restrictions éventuelles.

TABLEAU DES HABILITATIONS POSSIBLES

Habilitation	Opérations					
Qualification	Travaux hors tension	Travaux au voisinage	Opérations particulières	Consignation	Essai	Travaux sous tension
Opérations d'ordre non électrique						
Exécutant	B0L					
Chargé de réparation	B0L					
Opérations d'ordre électrique						
Exécutant électricien	B1L	B1VL				B1TL
Chargé de Travaux	B2L	B2VL				B2TL
Chargé de Consignation				BCL		
Chargé d'Essai					BEL * 1	
Chargé d'Intervention	BRL					
Chargé d'Opérations particulières			B1XL *2 B2XL			



Les cases vides sont non applicables

(1*) la mention de l'attribut est obligatoire : Essai ou Expertise auto.

(2*) la mention de l'attribut est obligatoire :

- Dépannage-Remorquage,
- Déconstruction,
- Contrôle technique,
- Crash-test et Homologation;
- Service de secours,
- Opération Batterie.

- ❖ L'indice numérique recouvre l'indice numérique inférieur, mais pour une même nature d'opérations, sur un même type de véhicule.
- ❖ Un même opérateur peut cumuler des habilitations différentes.

DELIVRANCE DU TITRE D'HABILITATION

C'est le document qui atteste la délivrance de l'habilitation.

Il doit être signé par le Titulaire et l'Employeur, daté, et indiquer la durée de validité.

Ce titre doit comporter :

- La codification symbolique,
- La définition des champs d'application pour chaque codification,
- Les types de véhicules/engins concernés
- Les opérations autorisées au Titulaire,
- Des indications complémentaires éventuelles.

Titulaire		Employeur		
Nom : Prénom :	Fonction :	Dénomination		
Affectation :		Coordonnées :		
Personnel	Symbole d'habilitation + Attribut	Champ d'Application		
		Véhicules ou engins Equipements concernés	Indication suppl.	Validité
Opérations d'ordre non électrique				
Exécutant				
Chargé de Réparation				
Opérations d'ordre électrique				
Exécutant electricien				
Chargé de Travaux				
Chargé de Consignation				
Opérations particulières				
Chargé d'Essai				
Exécutant d'Opération				
Chargé d'Opération				
Le Titulaire : Signature	L'employeur : Nom - Prénom		Date :	
			Validité :	
	Signature :			

SUIVI DE L'HABILITATION

L'habilitation doit être examinée au moins 1 fois /an et notamment dans les cas suivants :

- Mutation de l'habilité ou changement de l'employeur,
- Changement de fonction,
- Interruption de longue durée (*6 mois, par exemple*),
- Modification de l'aptitude médicale,
- Constat de non-respect des prescriptions régissant les opérations,
- Modifications importantes des installations,
- Evolution des méthodes de travail,
- Evolution de la réglementation,

A l'issue de cet examen, l'habilitation est, soit maintenue, soit modifiée, soit suspendue.

DOCUMENT REEXAMEN DE L'HABILITATION

Dates	Avis visite médicale	Symbol D'utilisation	Maintien ou refus	Motif de refus	Signature	
					Employeur	Titulaire

La durée de validité de l'habilitation recommandée est 3 ans.

→ Pour une pratique occasionnelle ou exceptionnelle,
la périodicité recommandée est : 2 ans.

❖ Cas particuliers pour certaines opérations d'ordre non électrique

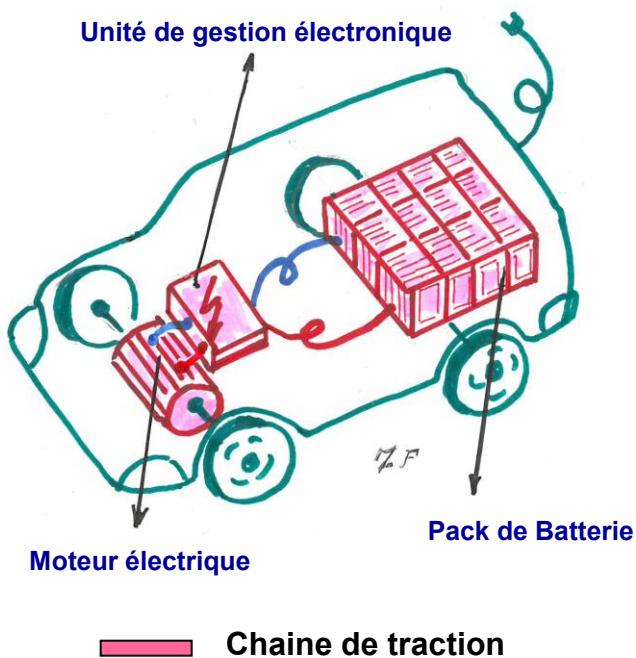
- Lorsque l'habilitation n'est pas obligatoire, l'employeur a l'obligation néanmoins, **de former et d'entretenir** les compétences en matière de prévention du risque électrique, et doit **fournir la preuve** de cette formation.
- Le travailleur indépendant et l'employeur qui réalisent des opérations doivent faire **la preuve de leur formation** aux risques électriques.



CHAPITRE VIII

CARACTERISTIQUES DES V.E.E.E

VEHICULES A ENERGIE ELECTRIQUE EMBARQUEE



VEHICULE A MOTORISATION ELECTRIQUE

➤ VEHICULES à ENERGIE ELECTRIQUE EMBARQUEE V.E.E.E

Cette définition V.E.E.E s'applique à tous les véhicules et engins à motorisation électrique, thermique ou Hybride, utilisant comme source d'énergie électrique embarquée une **BATTERIE d'ACCUMULATEURS** pour **ASSURER** la motricité et l'Alimentation électrique des équipements de service et servitude.

➤ VEHICULES A MOTORISATION ELECTRIQUE

Le terme véhicule et engin automobile à motorisation électrique s'applique à tout véhicule constitué d'équipements électriques autonomes (traction, service, servitude) utilisant un moteur électrique comme propulseur principal, fonctionnant avec une source d'énergie électrique embarquée (EEE), **dont la tension est du domaine BT ou du domaine TBT**.

❖ EEE = Energie Electrique Embarquée

Energie électrique embarquée :

- Soit stockée à bord (batterie de traction),
- Soit stockée (et) générée à bord (générateur).

➤ VEHICULES A MOTORISATION HYBRIDE

Tout véhicule ou engin automobile propulsé par un moteur thermique et un moteur électrique, l'un comme moteur principal et l'autre comme moteur auxiliaire selon différents modes de fonctionnement.

➤ VEHICULES A MOTORISATION THERMIQUE

Véhicules ou engins propulsés par un moteur thermique utilisant pour fonctionner, une source d'énergie électrique Embarquée EEE, dont la tension est généralement la TBT.

DEFINITIONS RELATIVES AUX VEHICULES ELECTRIQUES

➤ GENERATEURS STATIQUES

Source d'énergie électrique embarquée sur un véhicule (batterie, pile à combustible, super condensateur...)

➤ MACHINE ELECTRIQUE

Machine qui transforme une énergie mécanique en énergie électrique et réciproquement.

➤ GENERATEURS ELECTRIQUES

Source d'énergie électrique embarquée.

➤ CIRCUITS ELECTRIQUES

Ensemble de pièces traversées par un courant électrique.

➤ CHAINE DE TRACTION

Ensemble d'application électromécanique / électronique / électrique, permettant de conduire et transformer l'énergie électrique en énergie mécanique et / ou inversement ; elle comprend :

- les machines électriques (moteur et générateur dynamique électrique),
- les systèmes électroniques de commande et de contrôle constitués d'un ou plusieurs organes électriques,
- les faisceaux de câblage, les connecteurs et les séparateurs,
- l'équipement de charge,
- les dispositifs de sécurité,
- les canalisations électriques isolées (orange).

➤ BATTERIES DE TRACTION

Ensemble de tous les éléments d'accumulateurs d'énergie électrique, placés dans un réceptacle, reliés mécaniquement et constituant la source d'énergie électrique de puissance du véhicule.



□ DEFINITIONS USUELLES

➤ MONOBLOCS

Groupement d'éléments d'accumulateurs interconnectés mécaniquement et électriquement en une seule et même unité physique

➤ ELEMENTS D'ACCUMULATEURS

Eléments électro-chimique de stockage constitués d'électrodes positives et négatives et d'un électrolyte dont la tension nominale est égale au couple électro-chimique

➤ COFFRE DE BATTERIE

Réceptacle où sont enfermés tous les monoblocs pour les protéger des chocs mécaniques.

➤ PACK DE BATTERIE

Coffre à batterie muni d'une protection électrique (fusible, shunt, barrette de séparation). Un véhicule peut comporter un ou plusieurs packs batteries (extensibles ou non).

➤ EQUIPEMENT DE CHARGE

Groupe de composants dont la fonction est de fournir et de contrôler la puissance requise pour recharger en énergie les éléments d'accumulateurs.

Le chargeur peut être :

- embarqué : incorporé dans le véhicule,
- extérieur : installation fixe ou mobile.

➤ INTERFACE DE CHARGE

Dispositif qui permet, suivant l'équipement de charge de coupler soit :

- ✓ le chargeur embarqué du véhicule au réseau d'alimentation électrique extérieur,
- ✓ le chargeur extérieur au véhicule ou aux packs extractibles.

➤ EQUIPEMENT DE SERVICE

Il comprend le matériel électrique auxiliaire utilisant comme source d'énergie, soit la **BATTERIE DE TRACTION**, soit la **BATTERIE DE SERVICE** directement ou indirectement (ex. équipement de manutention, de chargement).

➤ BATTERIE DE SERVICE

Ensemble d'éléments d'accumulateurs d'énergie électrique, placés dans un réceptacle, reliés mécaniquement et pouvant constituer la source d'énergie électrique des équipements de service du véhicule.

➤ EQUIPEMENT DE SERVITUDE

Il comprend l'ensemble des éléments de l'équipement électrique ayant des fonctions autres que la traction électrique (par exemple la signalisation, la sécurité, le confort...) utilisant comme source d'alimentation, soit une **BATTERIE DE SERVITUDE**, soit la **BATTERIE DE TRACTION** via le système de commande et de contrôle.

➤ BATTERIE DE SERVITUDE

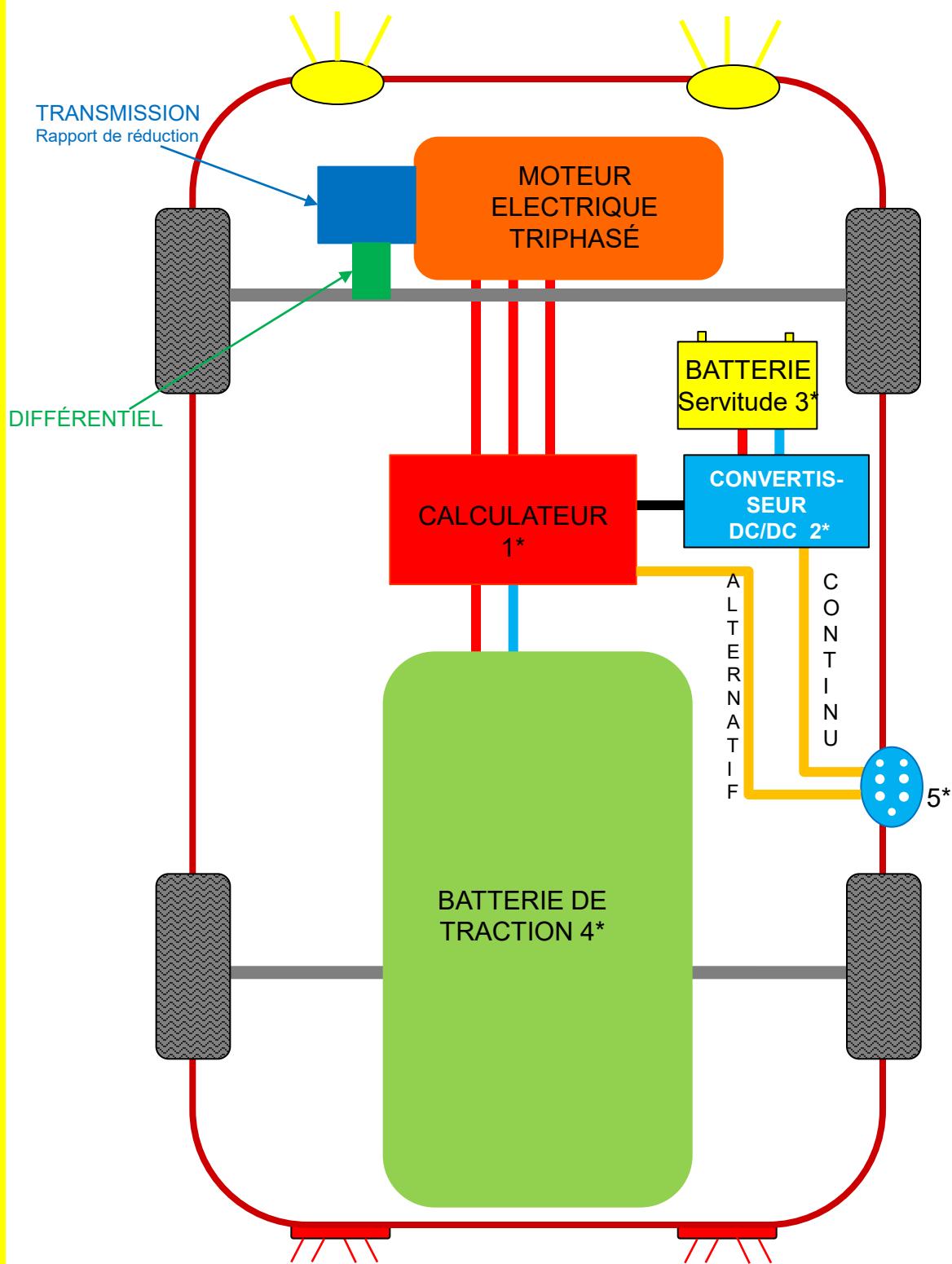
Ensemble d'éléments d'accumulateurs d'énergie électrique, placés dans un réceptacle, reliés mécaniquement et pouvant constituer la source d'énergie électrique des équipements de servitude du véhicule.

➤ DISPOSITIF DE SEPARATION

Sont considérés comme **DISPOSITIFS DE SECURITE** :

- ✓ la barrette de séparation : connecteur permettant à l'opérateur d'ouvrir le circuit électrique (Plug, shunt, connecteur de service, barrette...),
- ✓ le fusible : dispositif de protection qui ouvre automatiquement par fusion le circuit électrique en cas de court-circuit ou de surintensité,
- ✓ contacteur électromécanique : dispositif piloté permettant l'ouverture du circuit électrique
 - soit par sécurité (automatique),
 - soit par action de l'opérateur,
- ✓ tout autre dispositif équivalent permettant la mise en sécurité électrique du véhicule (interlock...).

Architecture d'un véhicule à motorisation électrique



1* : Calculateur gestionnaire de puissance (onduleur + hacheur + redresseur) :

C'est le calculateur de puissance, il gère l'ensemble des paramètres de conduite. Grâce à ses nombreux capteurs, il contrôle les flux d'énergie, que ce soit à l'accélération (besoin d'énergie) ou à la décélération (récupération d'énergie). Le redresseur transforme l'onde du courant alternatif (fréquence 50 Hertz) en courant continu pour alimenter la batterie de traction. Le hacheur transforme le courant continu en courant alternatif pour alimenter le moteur triphasé asynchrone.

2* : Convertisseur DC/DC :

Il sert à convertir la haute tension de la batterie de puissance (traction) Lithium-ion, selon les véhicules, de 120 à 800 Volts en 12 ou 24 Volts pour alimenter la batterie de servitude.

3* : Batterie de servitude 12 ou 24 Volts :

La fonction de cette batterie, en général au Pb – Pb02, est d'alimenter tout le réseau électrique du véhicule : phares, GPS, radio, accessoires électriques... cette batterie est en 12 Volts pour les véhicules légers et en 24 Volts (2 batteries de 12 Volts connectées en série) pour les véhicules lourds.

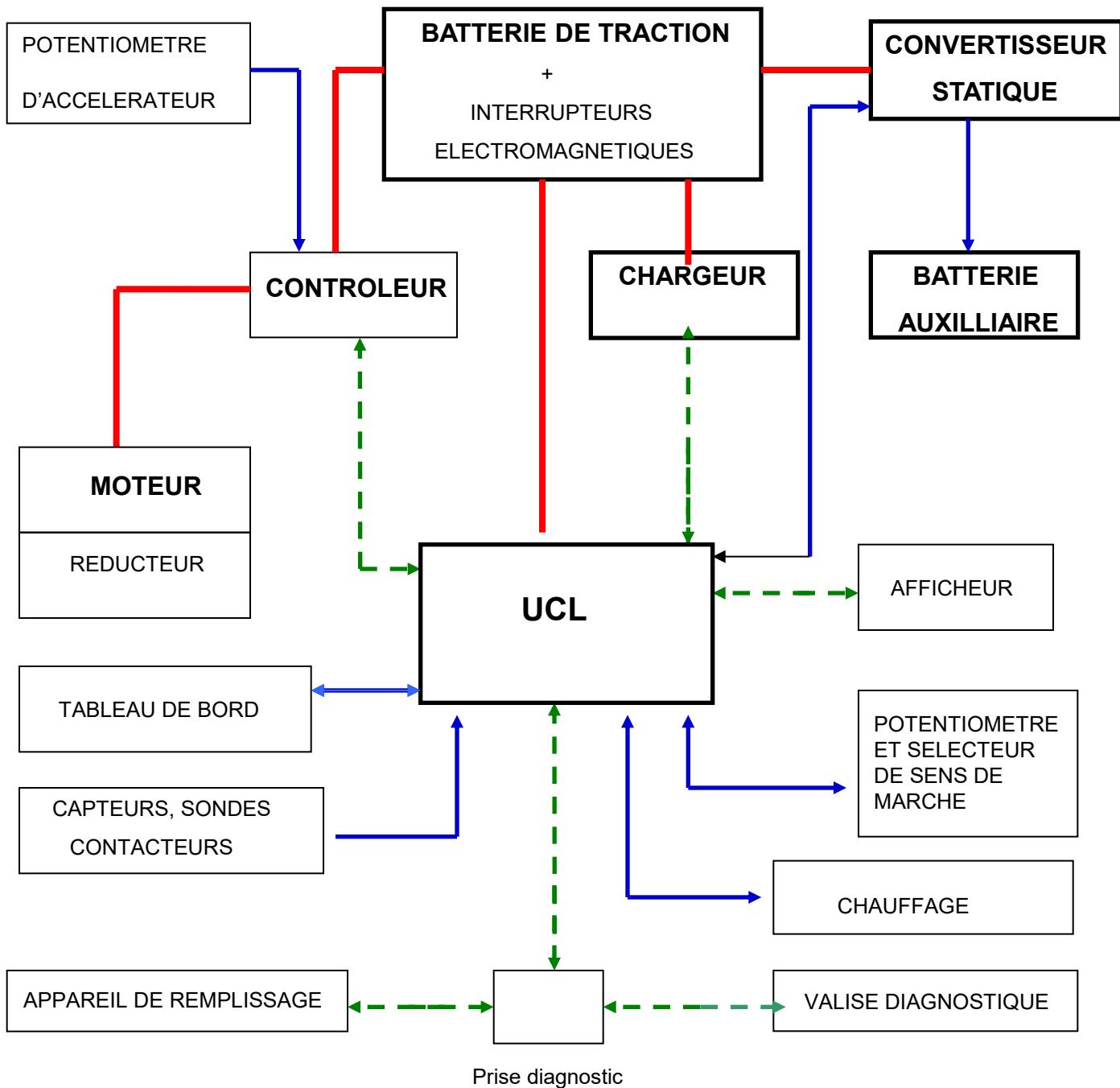
4* : Batterie de traction (ou puissance) :

Cette batterie qui était il y a quelques années au Plomb – Pb02, est devenue progressivement batterie au Nickel – Métal hydrure, puis Cadmium – Nickel et aujourd'hui, la batterie de traction est pratiquement exclusivement au Lithium – Ion (voir les différentes caractéristiques pages suivantes)

5* : Prise électrique :

Il en existe plusieurs types en fonction des véhicules : type 2, type 2 Combo (CCS), CHAdeMO...

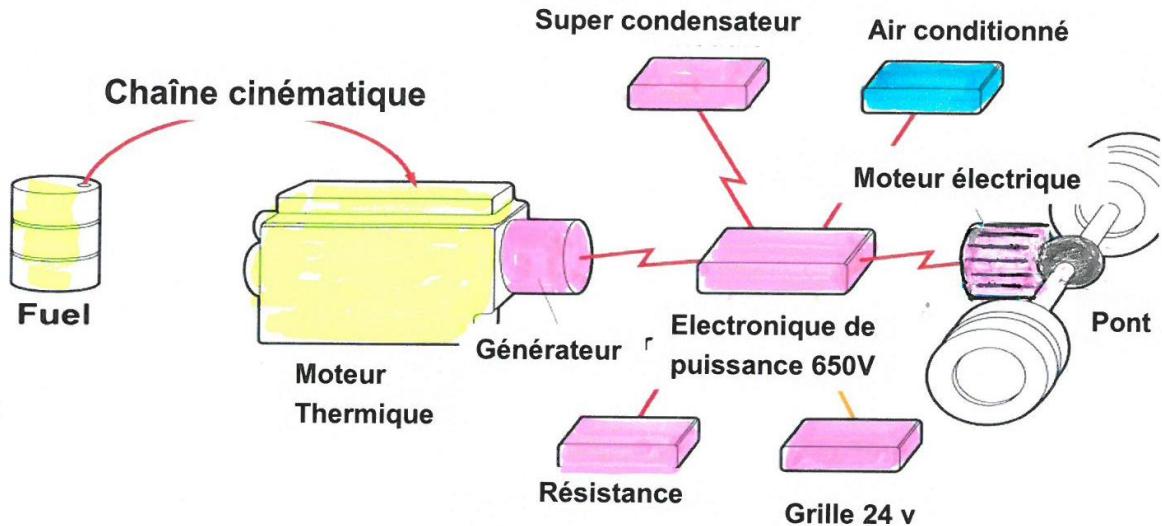
Exemple de Synoptique du véhicule traction électrique



UCL

Unité Centrale de gestion du véhicule électrique

HYBRIDE SERIE



Chaîne cinématique hybride

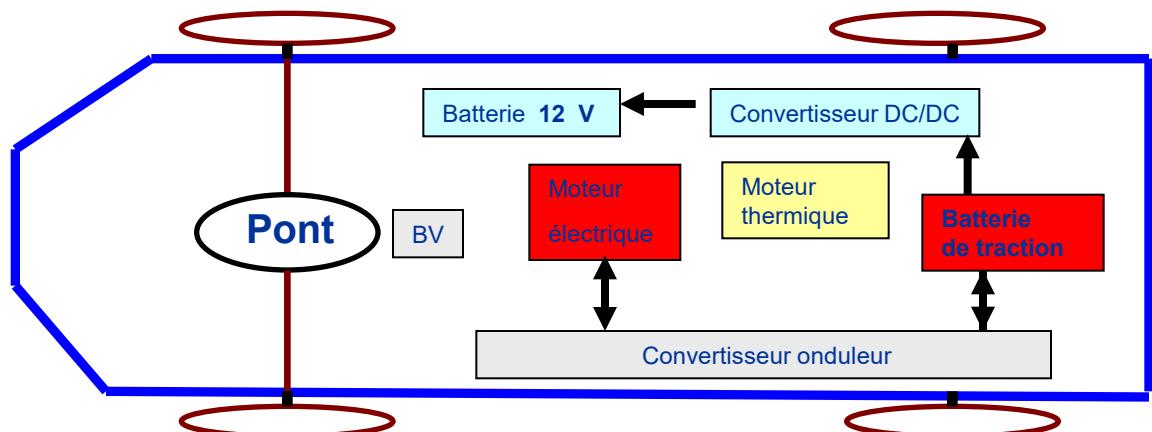
- Générateur électrique et systèmes de stockage électrique 650 Volts,
- Moteur diesel,
- Climatiseur

Un puissant générateur électrique est accouplé au moteur.

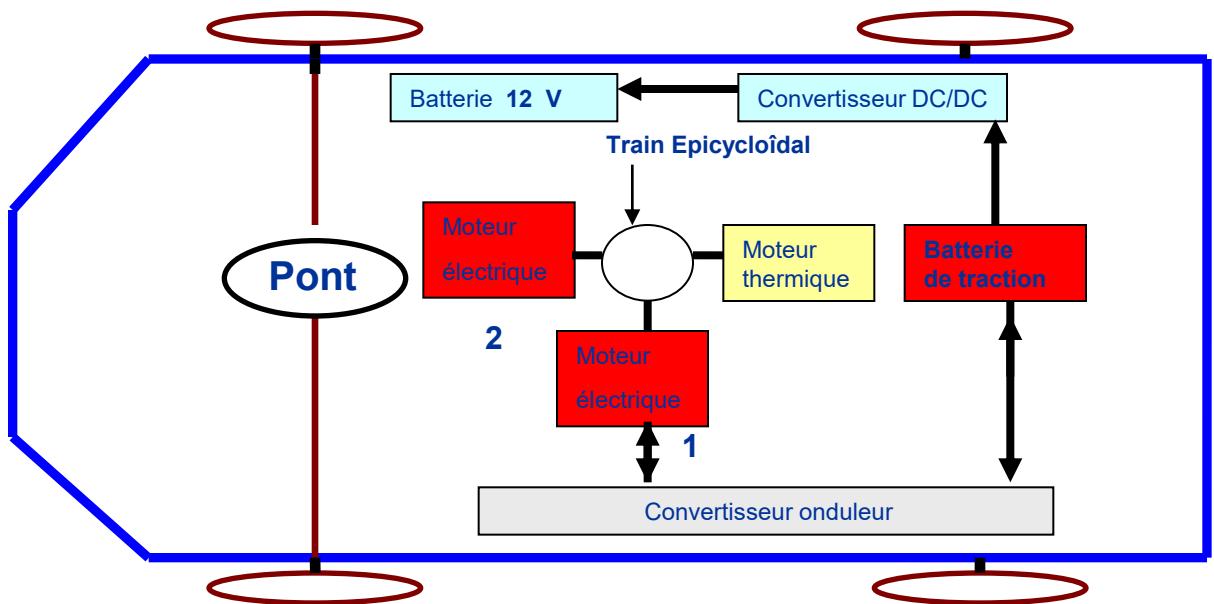
Un groupe similaire entraîne l'essieu arrière, servant à la fois de moteur de propulsion et de générateur lors des freinages.

De plus, on trouve des servitudes entraînées par voie mécanique ou électrique.

HYBRIDE PARALLELE



HYBRIDE SERIE PARALLELE



BATTERIES : Fonctionnement

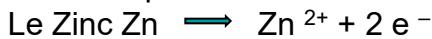
Phénomène d'OXYDO – RÉDUCTION

Toutes les batteries fonctionnent sur le principe de la réaction d'oxydo-réduction.

Cette réaction doit obligatoirement être réalisée entre 2 matériaux différents.

- 1 matériau réducteur provoque une réaction d'oxydation, soit une perte d'électrons
- 1 matériau oxydant provoque une réaction de réduction, soit un gain d'électrons.

Par exemple :



L'atome de Zinc perd 2 électrons, et devient un ion Zn positif Zn^{2+}

Le Zinc est un réducteur.

L'ion Cu^{2+} capte ces 2 électrons et se transforme en atome métal Cu

L'ion Cu^{2+} est un oxydant

Au total, la réaction $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \longrightarrow \text{Cu} + \text{Zn}^{2+}$ s'appelle une réaction d'oxydo-réduction

Définition

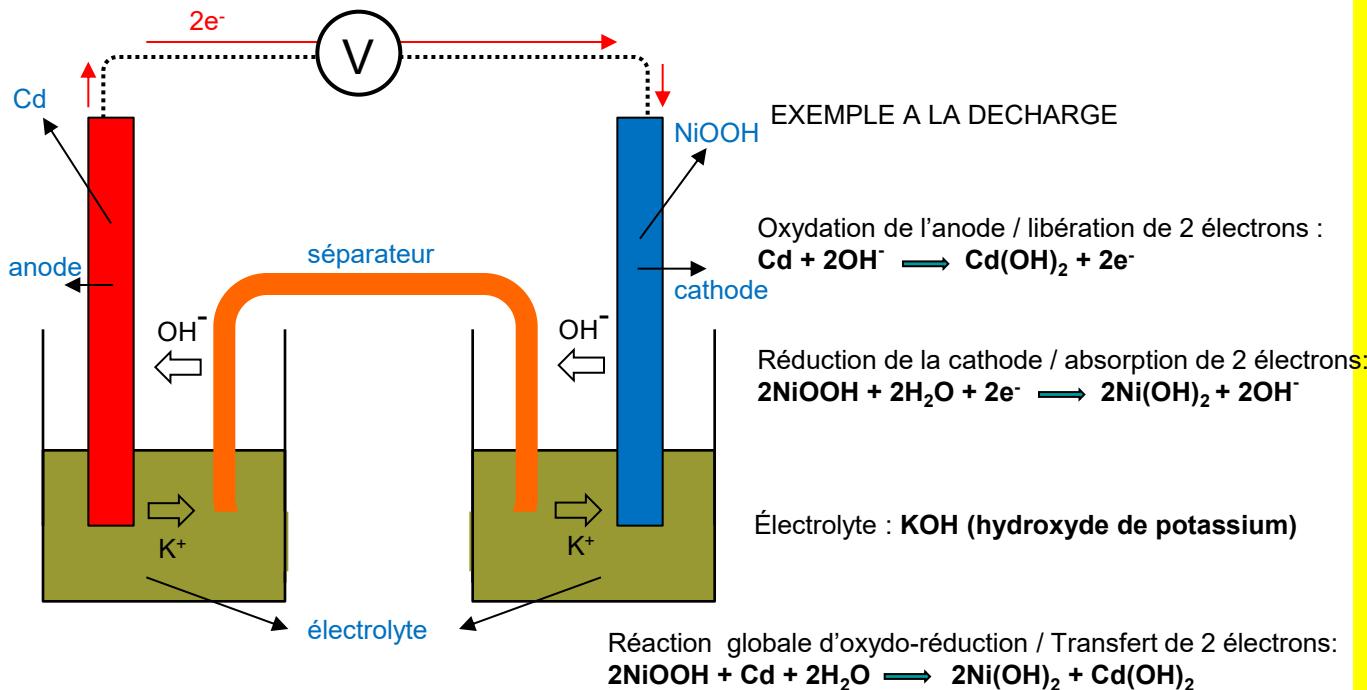
Une batterie est un système qui convertit de l'énergie chimique en énergie électrique.

Principe de fonctionnement de la batterie Ni-Cd

A l'intérieur d'une batterie, une réaction d'oxydo-réduction induit un transfert d'électrons de l'anode vers la cathode.

Schéma d'une cellule de batterie cadmium - nickel

(une batterie est composée de une ou plusieurs cellules identiques placées en série)



Toutes les batteries fonctionnent sur le principe ci-dessus. Seuls les couples d'oxydo-réduction varient d'un modèle à l'autre. Le choix des matériaux composant les électrodes et l'électrolyte déterminent les performances ainsi que la tension délivrée par l'accumulateur.

CARACTERISTIQUES D'UNE BATTERIE DE TRACTION

➤ I CAPACITE

La batterie est un réservoir d'énergie. Le contenu de ce réservoir s'exprime par sa capacité, c'est-à-dire le nombre d'électrons.

La quantité d'électrons est égale au produit du débit du courant (l'intensité) multiplié par le temps de la circulation :

$$Q = i \times t$$

quantité intensité temps

Rappelons que $1 \text{ coulomb} = 6.22 \times 10^{18}$ électrons est la quantité d'électrons circulant dans un courant de 1 Ampère pendant 1 seconde.

1 Coulomb = 1 Ampère x 1 seconde.

Par convention, on exprime la capacité de la batterie en Ampère x heure, c'est-à-dire le débit d'électrons (l'intensité) que la batterie est capable de soutenir pendant 1 heure :

$$C = A \times h$$

Capacité Intensité Temps
En coulomb en Ampère en heure

$1 \text{ A.h} = 3600 \text{ Coulombs}$

La capacité d'une batterie dépend du couple chimique, de la quantité de matière mise en œuvre et de sa température.

La quantité de courant libérée ou absorbée dans une réaction chimique pour une valence gramme est de 96500 coulombs (Loi Faraday) :

$$\text{Soit } = \frac{96500}{3600} = 26.8 \text{ Ah.}$$

$$\text{Valence gramme} = \frac{\text{masse atomique (gr)}}{\text{Nombre d'électrons participant à la réaction}}$$

$$\text{Capacité massique (théorique)} = \frac{26.8 \text{ Ah}}{\text{Valence gramme}} = \text{Ah par gramme}$$

➤ II TENSION

La Valeur de la tension est donnée par la formule suivante :

$$\text{FEM} = \frac{\text{Energie libérée}}{\text{Capacité}}$$

Sachant que 1 Watt = 1 Ampère x 1 Volt

$$\text{FEM} = \frac{\text{Wh}}{\text{Ah}} = \text{Volts}$$

Exemple : Un élément d'une batterie plomb possède une énergie de 320 Wh.

Sa capacité est de 160 Ah.

$$\text{FEM} = \frac{320}{160} = 2 \text{ V}$$

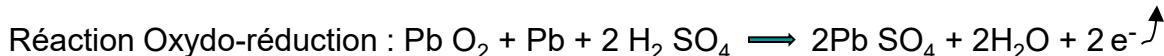
➤ III CALCUL DE LA CAPACITE ET ENERGIE MASSIQUE

■ Batterie Plomb - Peroxyde de Plomb :

CATHODE Pb O₂ :
Peroxyde de plomb

ANODE Pb: Plomb

ELECTROLYTE : H₂SO₄
Acide sulfurique



Masse atomique : 207.19 g

Nombre d'électrons échangés : 2

$$\text{Valence gramme} = \frac{207.19 \text{ g}}{2} = 103.59 \text{ g}$$

$$\text{Capacité massique théorique} = \frac{26.8}{103.59} = 0.25 \text{ Ah/g}$$

Energie spécifique Wh/kg entre 25 et 35

Tension : 2 Volts



• Batterie Cadmium - Nickel

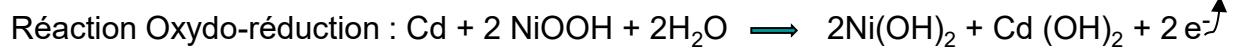
CATHODE NiOOH:

Oxyhydroxyde de Nickel

ANODE Cd: Cadmium

ELECTROLYTE : KOH

Hydroxyde de Potassium



Masse atomique : 112.4 g

Nombre d'électrons échangés : 2

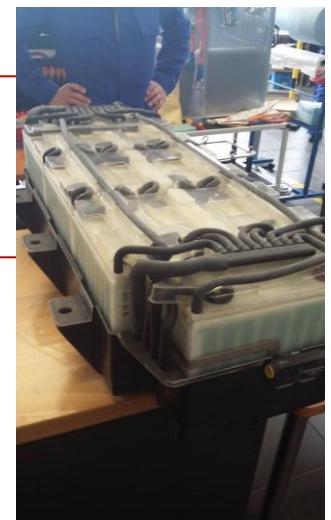
$$\text{Valence gramme} = \frac{112.4 \text{ g}}{2} = 56.2 \text{ g}$$

$$\text{Capacité massique théorique} = \frac{26.8 \text{ A.h}}{56.2} = 0.47 \text{ Ah/g}$$

Energie spécifique Wh/kg entre 40 et 60

Tension : 1,2 Volts

BATTERIE
Ni / Cad
70 Volts
110 Axh
12 modules



• Batterie NiMH (Nickel – Métal Hydrure) :

Un Hydrure est un composé Métallique - Hydrogéné

CATHODE NiOOH/Ni(OH)₂:

Hydroxyde de Nickel appelée électrode de Nickel

ANODE : composé intermétallique hydrurable

ELECTROLYTE : KOH
Hydroxyde de Potassium

Réaction Oxydo-réduction :



Tension = 1.3Volts

BATTERIE
Ni / Mh
300 Volts
6 Axh
52 éléments



Energie spécifique W/hkg entre 100 et 200.

- Batterie Lithium Ion : Li - ion

Masse atomique : 6.94 ; Tension \geq 3,5 Volts ;
Énergie spécifique Wh/kg entre 110 et 180.

CATHODE CO O₂ :
dioxyde de cobalt ou
Mm 02 ou Mm 04
(manganèse)

ANODE Li⁺ C : ions lithium insérés dans du graphite polycristallin amorphe qui peut contenir 1 ion lithium pour 4 atomes de carbone

ELECTROLYTE : Li P F6 en sel dissous dans un mélange de carbonate d'éthylène, de propylène et tétra hydro furane



D'autres types de batteries :

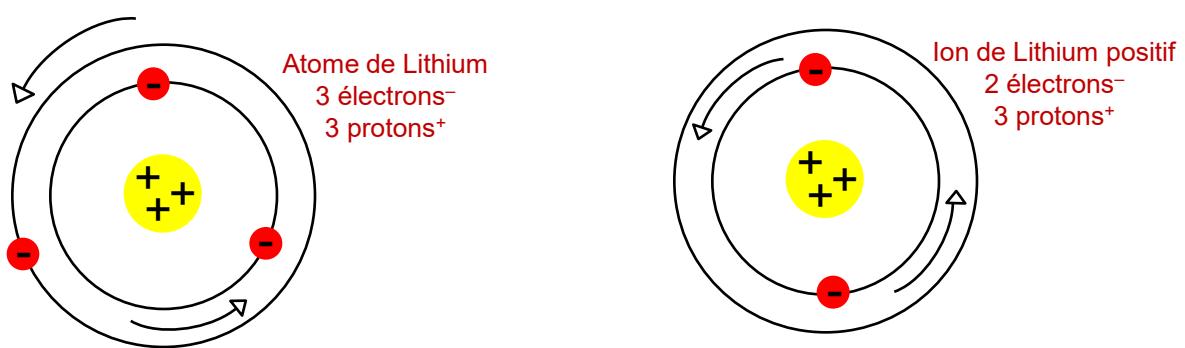
Lithium Polymère : Li Po

Lithium – Fer Phosphate : Li Fe PO₄

Lithium Métal Polymère : LMP

Comme dans toutes les batteries, il se produit une réaction d'oxydo-réduction entre les 2 électrodes : l'anode cède facilement des électrons (oxydation de l'anode) qui sont récupérés également facilement par la cathode (réduction de la cathode). C'est cette attirance entre les 2 électrodes qui fait circuler les électrons libres, produisant ainsi le courant électrique.

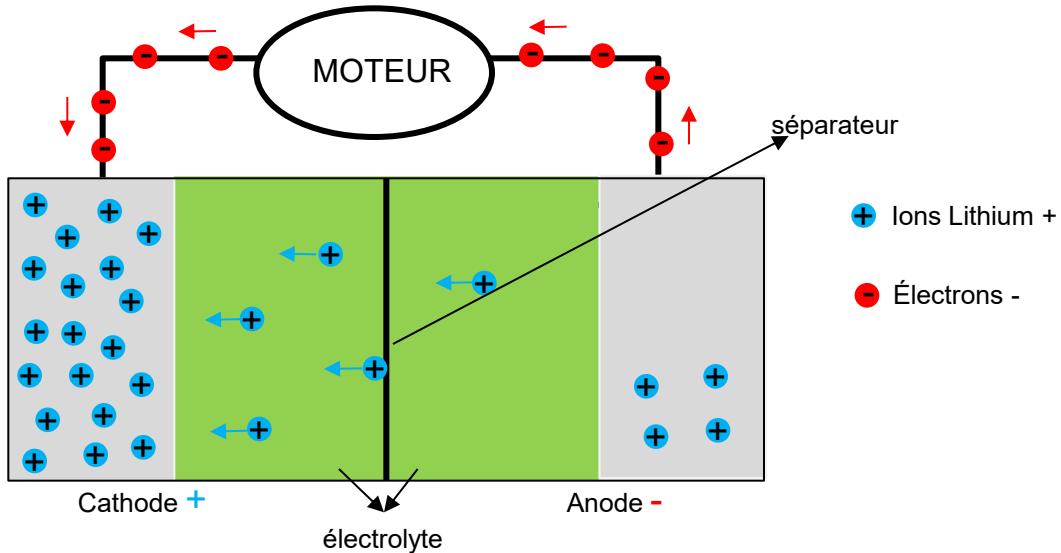
Le Lithium est un métal dont les atomes sont composés, entre autres éléments, de 3 électrons et de 3 protons. Il possède la caractéristique de céder facilement un électron. Il devient alors un ion, d'où le terme Lithium-ion.



Dans de nombreux modèles, la cathode est faite d'oxyde de cobalt (CoO₂), avec un peu de Lithium, tandis que l'anode est faite de graphite comprenant des ions de Lithium. L'électrolyte contient pour sa part des ions Lithium en grande quantité. La 1^{ère} charge de la batterie est réalisée par le fabricant de la batterie car elle amorce le processus et fait s'accumuler les ions Lithium dans l'anode, créant ainsi une différence de potentiel entre la cathode et l'anode.

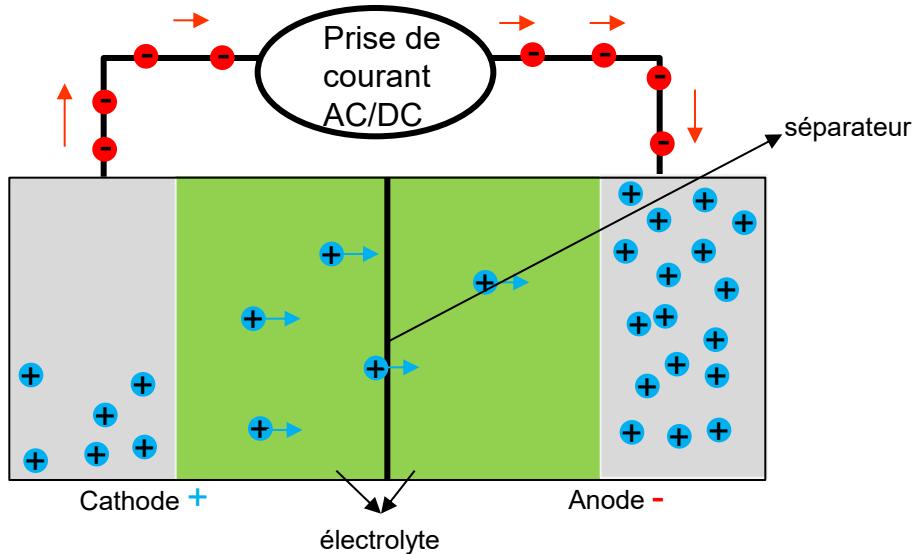
BATTERIE EN FONCTIONNEMENT :

Lors du démarrage du véhicule, il se produit dans la batterie, une réaction chimique qui entraîne un déplacement des électrons à cause de la différence de potentiel. Les électrons passent de l'anode à la cathode à travers un circuit qui alimente le moteur électrique de traction. De leur côté, les ions de Lithium chargés positivement quittent l'anode pour retourner à la cathode car ils sont attirés par les charges négatives des électrons.

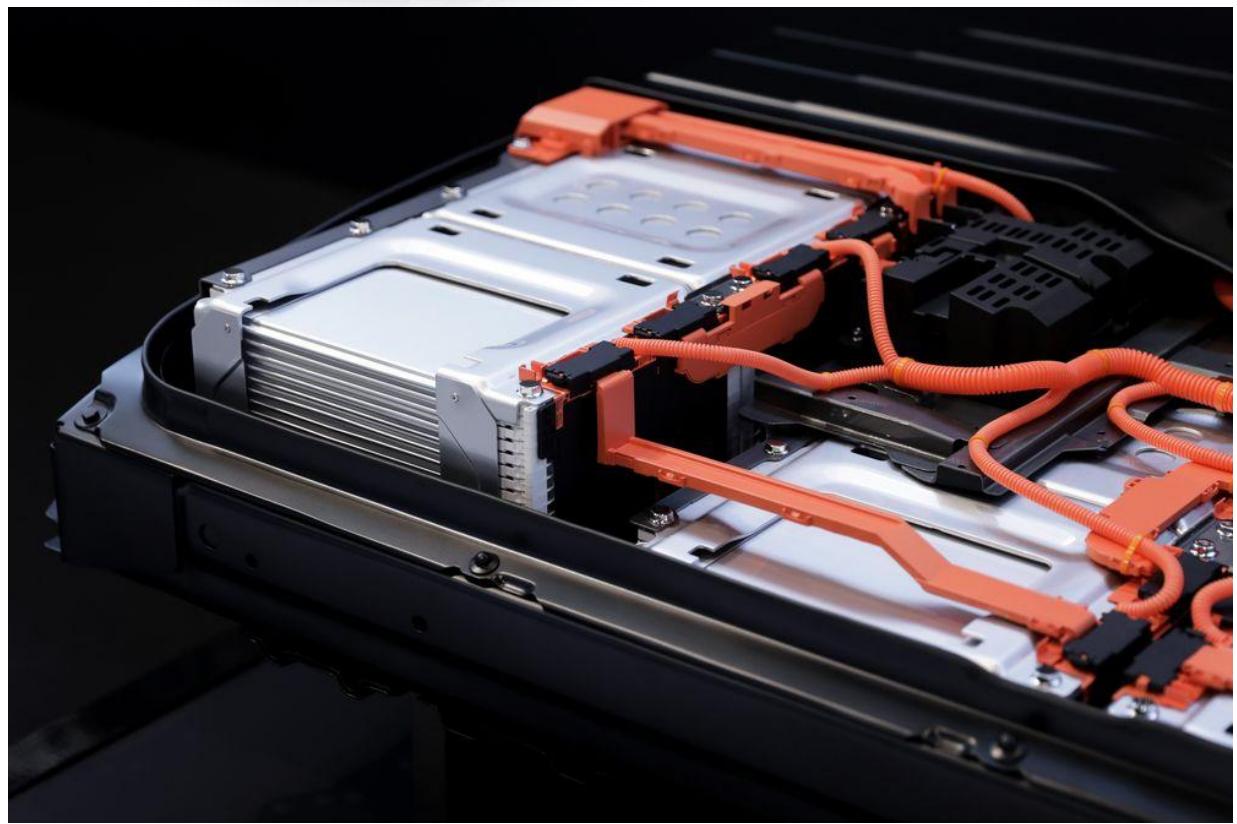


BATTERIE EN CHARGE :

L'opération de charge consiste à faire repartir les électrons dans le sens inverse, c'est-à-dire de la cathode vers l'anode. On utilise pour cela un chargeur extérieur qui est connecté à la batterie. En conséquence, les ions de Lithium passent de la cathode vers l'anode pour équilibrer la charge électrique. Quand la différence de potentiel entre les 2 électrodes est maximale, la circulation s'arrête : la charge est maximale.



BATTERIE LITHIUM ION :



➤ CALCUL DE L'ENERGIE DE LA BATTERIE WATT * Heure (Wh)

$$W = P \times t$$

$$P = U \times i$$

Watt Volt Ampère

$$W = U \cdot i \cdot t$$

Pour une batterie on utilise pour exprimer son énergie le watt x heure

$$1 \text{ Watt} \times 1\text{h} = 1\text{Volt} \times 1\text{Ampère} \times 1\text{h}$$

Or

1 ampère x 1h = C (la capacité de la batterie)

Donc

L'énergie d'une batterie s'exprime en Watt x heure ou Kilo Watt heure (1000 Wh)

➤ CARACTERISTIQUES DES DIFFERENTS TYPES DE BATTERIES

	Acide / Plomb	NiCd	NiMH	Li-Ion	Li-Ion polymère
Cycles de vie ¹	> 1000	1500	500	500 à 1000	500 à 1000
Temps de charge	8 à 16 h	2 à 4 h	2 à 4 h	2 à 4 h	2 à 4 h
Autodécharge ²	5 %	20 %	20 %	10 %	10 %
Tension	2 V	1,25 V	1,25 V	3,6 V	3,6 V
Température d'utilisation	- 35 à 60 °C	- 20 à 60 °C	- 20 à 60 °C	- 20 à 60 °C	0 à 60 °C
Densité D'énergie	30 à 50 Wh/kg	45 à 80 Wh/kg	60 à 120 Wh/kg	110 à 180 Wh/kg	100 à 130 Wh/kg

Les valeurs indiquées peuvent varier en fonction des applications spécifiques

¹ Nombre de cycles recharge/décharge qui permettent d'obtenir au moins 80% de la charge initiale

² par mois et à température ambiante

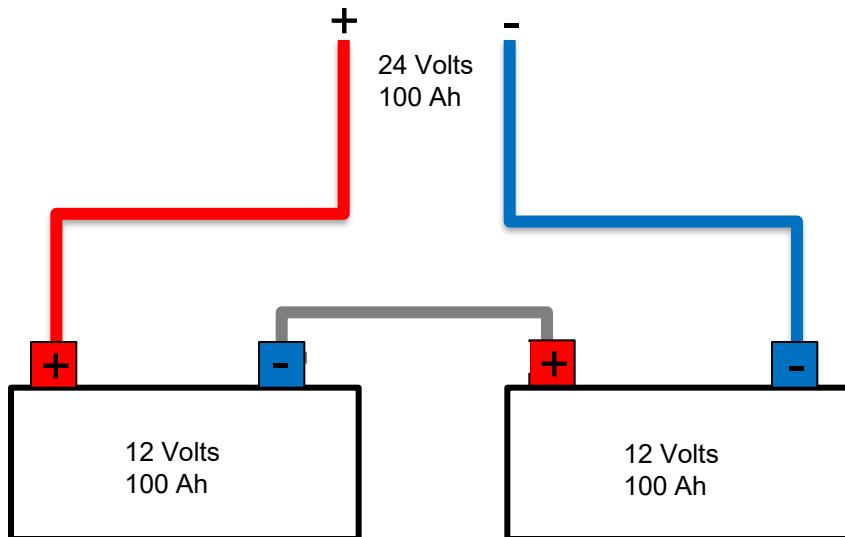
➤ LES DIFFERENTS TYPES DE MONTAGE DE BATTERIES

Les batteries peuvent être reliées entre elles de 3 façons différentes :

- Montage en série
- Montage parallèle
- Montage série parallèle

Les 3 montages permettent d'obtenir des tensions plus fortes ou des capacités plus grandes ou les deux à la fois.

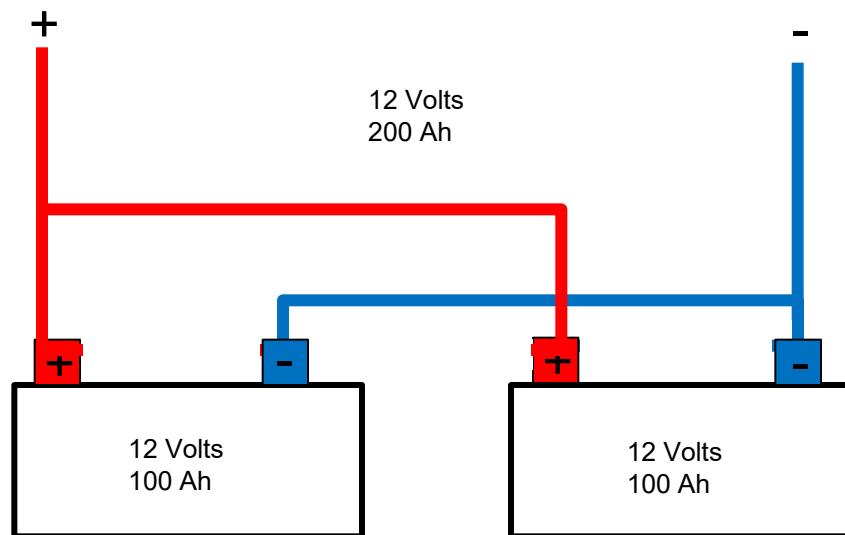
A/ Montage des batteries en SERIE



EN SÉRIE : Les tensions s'additionnent : $12 \text{ V} + 12 \text{ V} = 24 \text{ V}$

Les capacités de batterie Ah ne s'additionnent pas. La capacité totale du montage en série est égale à la capacité d'une seule batterie soit 100 Ah.

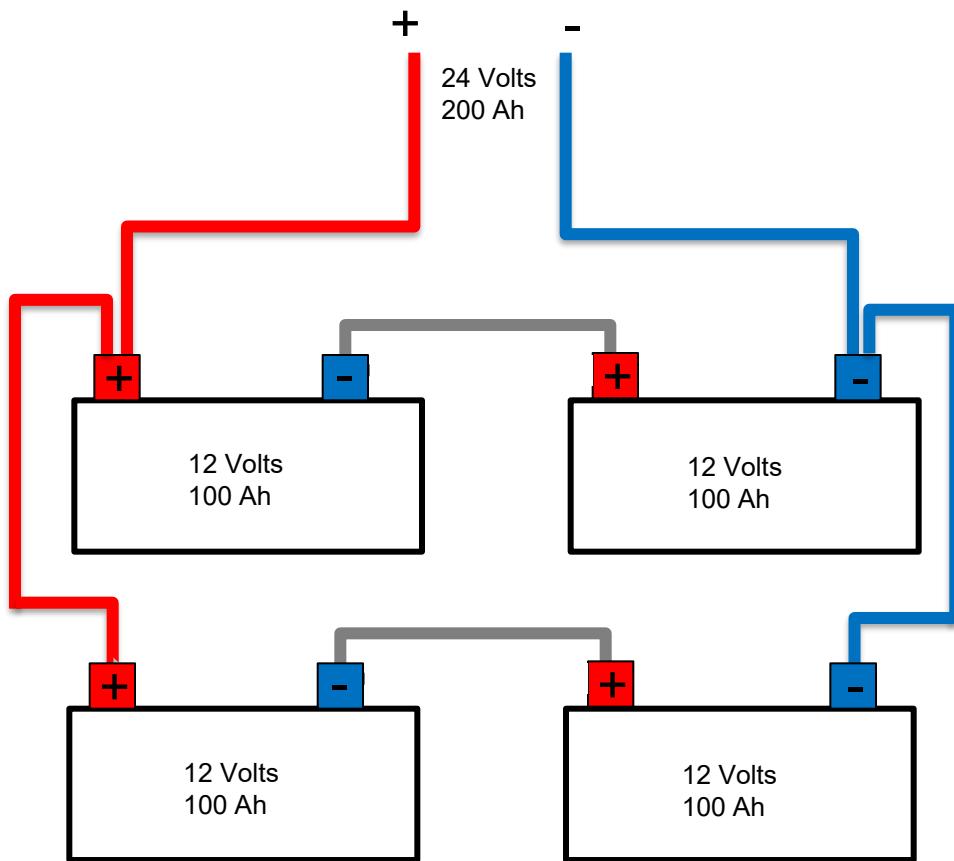
B/ Montage des batteries en PARALLELE



EN PARALLELE : Les tensions ne s'additionnent pas : 12 V

Les capacités de batterie Ah s'additionnent. La capacité totale du montage en parallèle est égale 200 Ah.

C/ Montage des batteries en SÉRIE PARALLELE



EN SÉRIE PARALLÈLE : Les tensions s'additionnent : 24 V

Les capacités de batterie Ah s'additionnent. La capacité totale du montage en série parallèle est égale 200 Ah.

➤ TENSIONS USUELLES DES BATTERIES SUR VOITURES ÉLECTRIQUES OU HYBRIDES (EXEMPLES)

TOYOTA « Prius » :	272 Volts à 650 Volts selon les séries
VOLKSWAGEN « E Golf » :	323 Volts
AUDI « A3 E-tron » :	352 Volts
BMW « I8 E-tron » :	308 Volts
AUDI « A6 / A8 Hybride » :	266 Volts
TESLA « S » :	400 Volts

SUPERCONDENSATEUR : Fonctionnement



SUPERCONDENSATEUR Appelé aussi « SUPER CAP »

On appelle Supercondensateur un condensateur qui par une technique particulière (notamment double couche) permet d'avoir une très grande densité de puissance et d'énergie.

Ces supercondensateurs sont utilisés dans les VEEE, comme des réservoirs d'énergie à l'instar des batteries.

Le stockage d'électrons est plus faible que dans une batterie, mais le supercondensateur se recharge excessivement vite.

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES CONDENSATEURS :

CAPACITÉ D'UN CONDENSATEUR :

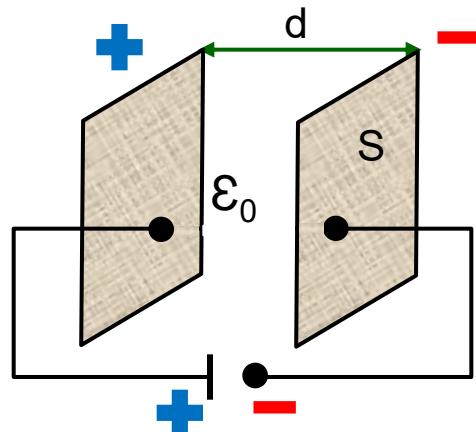
$$C = \epsilon_0 \frac{S}{d}$$

C = capacité en Farad (F)

$\epsilon_0 = 8,8910^{-12} \text{ F/m}^2$ coefficient de permittivité dans le vide

S = surface en m^2

d = distance en m



CHARGE :

- q = charge en coulomb
- C = capacité en Farad
- U = tension en Volts

ÉNERGIE :

$$W = \frac{1}{2} C U^2$$

W = énergie en Joules

C = capacité en Farad

U = tension en Volts

INTENSITÉ DU COURANT ALTERNATIF DANS LE CONDENSATEUR :

$$i = \frac{dq}{dt} = C \frac{dU}{dt} \quad \text{Donc } i = C \frac{dU}{dt}$$

i = intensité en Ampères

IMPEDANCE :

$$Z = \frac{1}{jC\omega}$$

$$\omega = 2 \pi f$$

ω = pulsation en radian par seconde

f = fréquence en Hertz

CONSTANTE DE TEMPS :

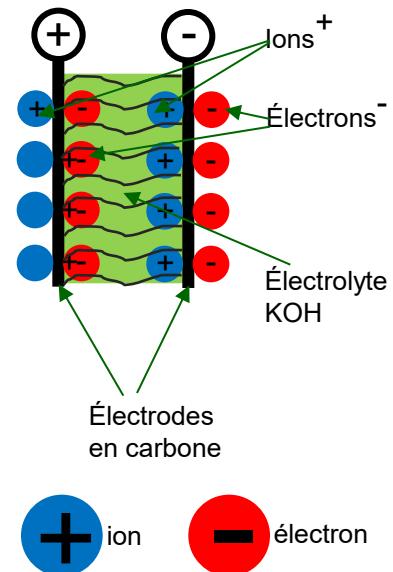
$$T = R C$$

- Décharge : temps pour être déchargé à 37 %
- Charge : temps pour être chargé à 67 %
- $T = \text{constante de temps}$

SUPER CONDENSATEUR :

**CONDENSATEUR ÉLECTRO-CHIMIQUE A
DOUBLE COUCHE**

- Distance des électrodes : 2 à 5 \AA
- Tension entre les électrodes : 1,1 Volts à 4,5 Volts
- Électrode : charbon actif : 80 % carbone
- Électrolyte : H_2SO_4 ; KOH ; $(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{NBF}_4$ inclus dans le carbonate de propylène PC
- Séparateur : CELGARD ; Papier cellulosique + fibres polymères
- Ø des ions : 10 à 20 \AA de l'électrolyte
- La surface de 1 gr de carbone est équivalente à 2000 m^2 grâce à la dimension des micropores < 20 \AA .
(1 AMSTRONG = 1 \AA = 10^{-10} mètres)



PILES A COMBUSTIBLE : Fonctionnement



PILES A COMBUSTIBLE

La pile à combustible est un générateur qui fabrique du courant électrique (courant d'électrons) par oxydation d'un combustible (Hydrogène H_2) sur une électrode couplée à réduction d'un oxydant (oxygène O_2) sur l'autre électrode.

Les produits dégagés par cette réaction chimique sont de l'eau H_2O et de la chaleur.

L'hydrogène est stocké en général dans des bouteilles embarquées dans le VEEE et l'oxygène est fourni par l'air.

MOTEUR ÉLECTRIQUE : Fonctionnement

Définition

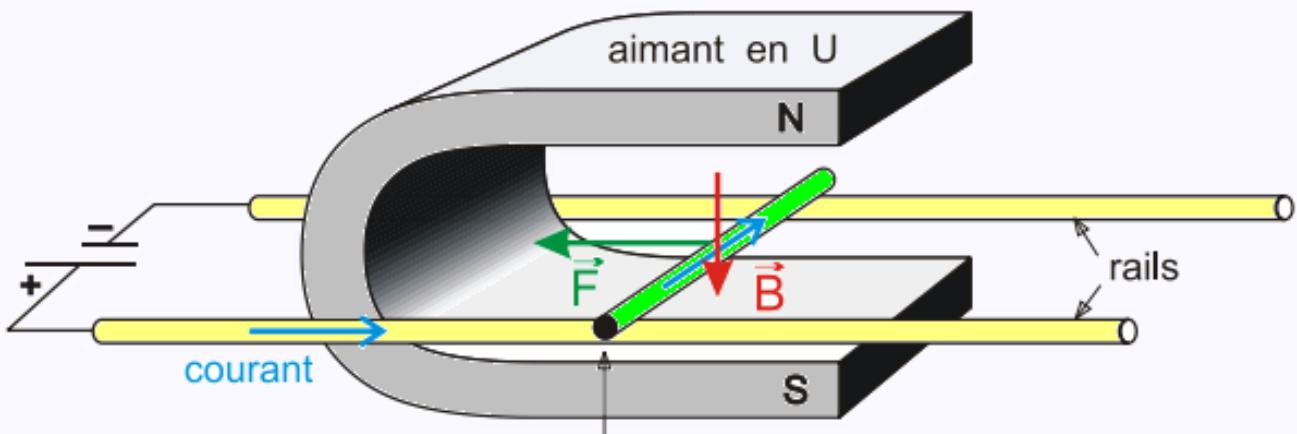
Les moteurs électriques de traction généralement utilisés sont des moteurs à courant alternatif triphasé, soit asynchrone, soit synchrone (rotor à aimant permanent).

Le courant alternatif triphasé qui alimente le moteur de traction est obtenu par un « onduleur ».

L'onduleur est un convertisseur de courant qui transforme le courant continu issu de la batterie de traction en courant alternatif triphasé à fréquence variable (0 à 50 Hertz) dont dépendra la vitesse de rotation du moteur.

Principe de fonctionnement du moteur triphasé asynchrone

Principe fondamental : Force de Laplace :



$$\vec{F} = I \vec{x} \vec{l} \wedge \vec{B}$$

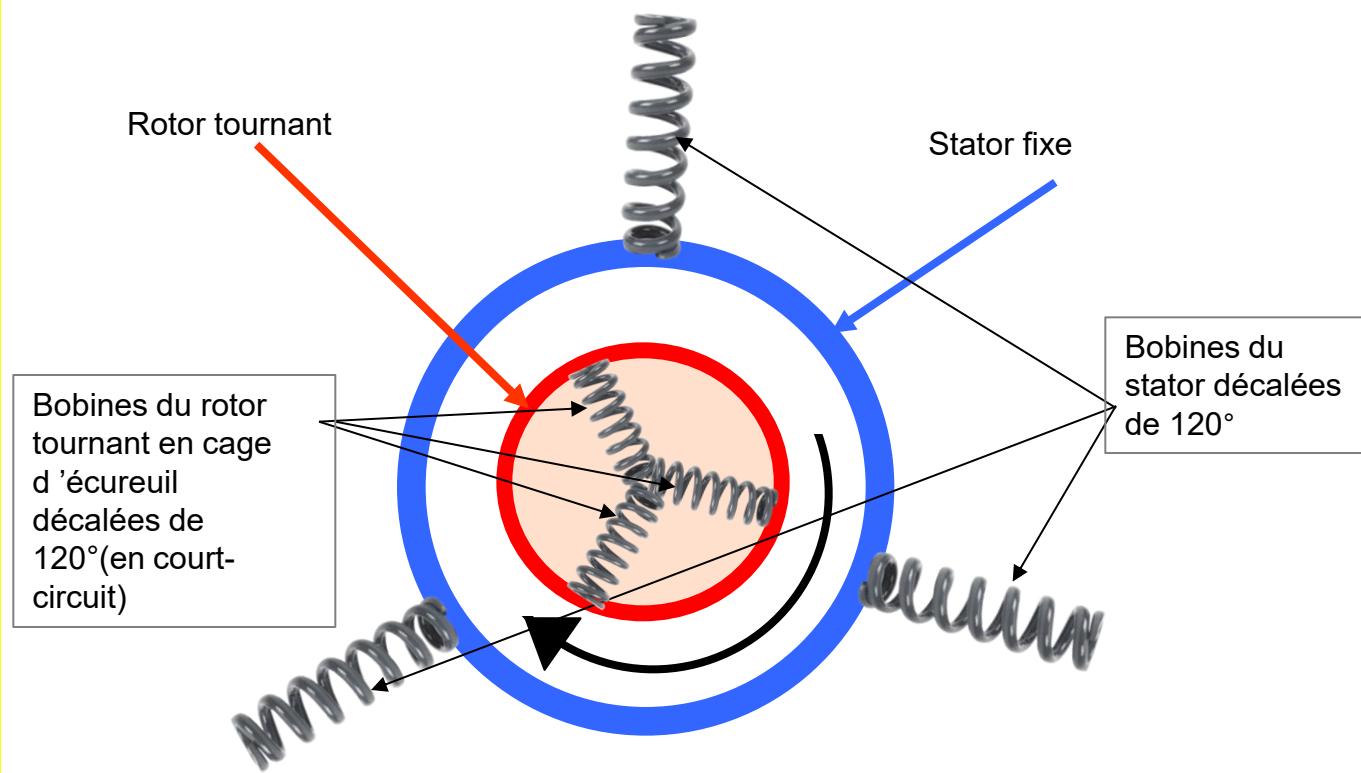
Un fil métallique parcouru par un courant électrique d'intensité I (Ampères), placé dans un champ magnétique d'induction \vec{B} (Tesla) est soumis à une force \vec{F} (en Newton).

Moteur électrique

Le moteur électrique est constitué d'un stator fixe incluant 3 bobinages décalés de 120° , alimentés en courant alternatif qui vont créer 3 champs magnétiques, et d'un rotor, cylindre tournant constitué de fils de cuivre en court circuit (appelé cage d'écureuil).

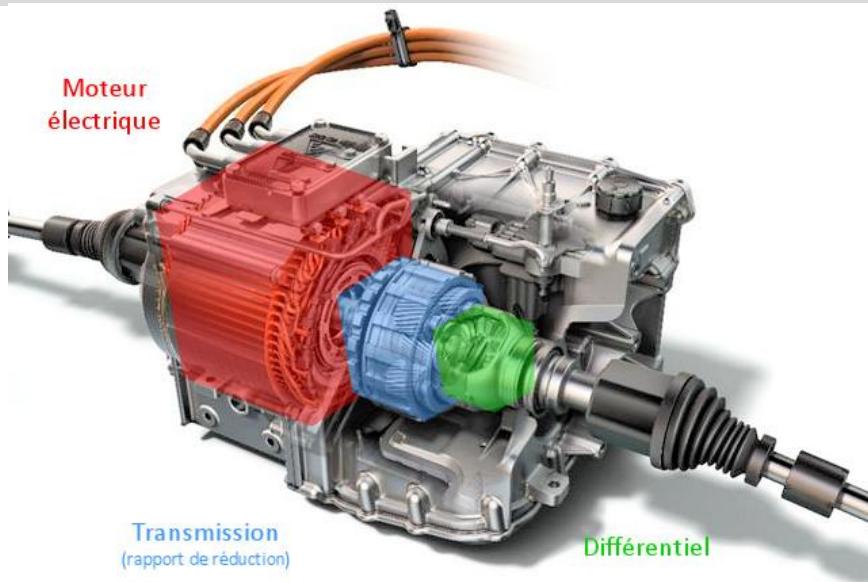
Sous l'effet de la variation des champs magnétiques triphasés du stator, le rotor va tourner à la vitesse de variation des champs induits dans le stator mais avec une légère diminution appelée : glissement. La synchronisation n'est pas parfaite d'où le nom asynchrone.

NOTA : Les moteurs synchrones ont un aimant permanent comme rotor.



Moteur électrique asynchrone triphasé

Machine électrique



Le moteur électrique triphasé asynchrone est réversible, c'est-à-dire, il peut se transformer en alternateur (générateur de courant).

En effet, si on fait tourner le rotor, entraîné par exemple par un arbre de roue du véhicule, il induit dans le stator un courant alternatif triphasé.

C'est pour cela que moteur et alternateur sont désormais appelés sous le vocable « machine électrique »



Imexco

CHAPITRE IX

OPERATIONS

HORS TENSION



OPERATIONS HORS TENSION

Les opérations Hors Tension sur un véhicule électrique doivent être exécutées après la réalisation de la procédure appelée « Consignation » qui permet de supprimer le risque électrique.

Dans le cas où la consignation n'est pas techniquement possible, on doit réaliser la procédure de « Mise hors tension ».

PROCEDURE DE CONSIGNATION

On doit respecter les 4 étapes

- 1 L'IDENTIFICATION DU VEHICULE,**
- 2 LA SEPARATION DES SOURCES DE TENSION,**
- 3 LA CONDAMNATION EN POSITION D'OUVERTURE DES ORGANES DE SEPARATION,**
- 4 LA VERIFICATION D'ABSENCE DE TENSION (VAT).**

❖ 1° ETAPE

➤ L'IDENTIFICATION DU VEHICULE & LA ZONE DE TRAVAIL

Il faut être **CERTAIN** du véhicule sur lequel vont être réalisés les travaux de maintenance :

- Vérifier les plaques d'immatriculation,
- Lecture des pancartes,
- Identifier le véhicule par un **MARQUAGE** directement sur le véhicule

❖ 2° ETAPE

➤ LA SEPARATION DE LA CHAINE DE TRACTION

La Séparation de la chaîne de traction et de service doit être réalisée en utilisant tous les organes prévus pour cela.

Cette Séparation doit être faite sur **tous les conducteurs actifs, dans le cas d'un potentiel flottant (p. 86)**, ou sur un **conducteur actif**, dans le cas d'un **potentiel fixé** (**voir p. 85**) :

- Dépose des ponts,
- Dépose des fusibles,
- Retrait de fiche de prise de courant.

La certitude de la séparation est réalisée par :

- Une vue directe des contacts séparés,
- Enlèvement des pièces de contact,
- Interposition d'un isolant,
- Asservissement entre la position des contacts et le dispositif extérieur recopiant cette position.

❖ 3° ETAPE

➤ CONDAMNATION EN POSITION OUVERTURE

Le but est d'interdire de manœuvrer l'organe qui a été séparé.

-  **IMMOBILISATION** de l'organe par blocage mécanique
-  **SIGNALISATION**, pancarte d'avertissement.



N.B : S'il n'est pas possible de condamner physiquement un dispositif de commande, des pancartes d'interdiction de manœuvrer, constituent la protection minimale.

APPAREIL CONDAMNE DEFENSE DE MANOEUVRER
Nom ... Prénom ...

❖ 4° ETAPE

➤ VERIFICATION D'ABSENCE DE TENSION

Cette vérification (VAT) se fait avec un matériel appelé V.A.T et doit être effectuée sur chacun des conducteurs actifs aussi près que possible de l'endroit où seront effectuées les opérations.



Il est interdit d'utiliser un appareil de mesurage (voltmètre, multimètre) pour vérifier une absence de tension.



Attention

Etant donné la présence de condensateur dans le circuit électrique, et plus encore avec les Supercap (super condensateur), véritables réservoirs d'énergie électrique, il est obligatoire, avant de faire la VAT, de **DECHARGER** ces condensateurs à l'aide de dispositifs prévus à cet effet (en principe fournis par le constructeur).

PROCEDURE DE DECONSIGNATION

Opération réalisée dans l'ordre inverse de la consignation.

N.B : La suppression de la condamnation ne peut être réalisée que par la personne qui l'a condamnée.



- ❖ Retrait de la condamnation,
- ❖ Fermeture de l'organe de séparation.

PROCEDURE DE MISE HORS TENSION

❖ PROCEDURE

La mise hors tension est une procédure partielle de la Consignation qui ne comprend pas toutes les étapes de la Consignation, mais qui doit être accompagnée de mesures compensatoires, car elle n'est pas suffisante pour garantir la sécurité des personnes.

❖ CHAMP D'APPLICATION

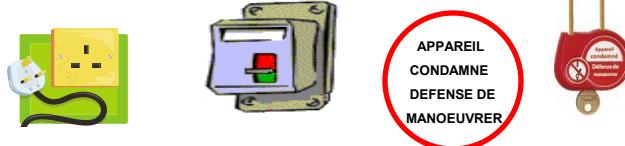
La mise hors tension est autorisée :

- Pour des opérations hors tension,
- Dans l'environnement de l'équipement électrique, ou/et de canalisations isolées
- Lorsque la consignation n'est pas techniquement possible dans la zone d'approche prudente (ZAP) des canalisations.

❖ DEROULEMENT

Le déroulement de la mise hors tension comprend :

- 1° PRE-IDENTIFICATION,
- 2° SEPARATION,
- 3° CONDAMNATION.



La mise hors tension doit être accompagnée de mesures compensatoires (pose de nappe, obstacles, isolation...) après analyse du risque, et notamment :

- VAT, si elle est techniquement réalisable,



❖ REMISE SOUS TENSION

Dès la réception de « l'Avis de fin de travail » signé par le chargé d'exploitation électrique, le Chargé de consignation enlève la condamnation et remet sous tension.

INTERDIT
d'utiliser un VAT pour mesurer une PRESENCE DE TENSION
et
inversement d'utiliser un VOLTMETRE pour mesurer une
ABSENCE DE TENSION.

AUTORISATION DE TRAVAIL

Emetteur de l'autorisation : M Fonction

Récepteur de l'autorisation : M:

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Chargé de travaux | <input type="checkbox"/> Chargé d'intervention |
| <input type="checkbox"/> Chargé de réparation | <input type="checkbox"/> Chargé d'opération particulière |
| <input type="checkbox"/> Chargé d'Essai est autorisé à effectuer les opérations ou les travaux ci-après..... | |
| sur le véhicule suivant | |

Indications complémentaires :

Attestation délivrée le à min... au récepteur qui s'engage à respecter les prescriptions de sécurité en vigueur.

Signatures ou numéro des messages	L'Emetteur :
	Le Récepteur :

ATTESTATION DE CONSIGNATION - MISE HORS TENSION

Le Chargé de Travaux..... Habilitation :

Le Chargé de réparationHabilitation :

Est chargé de l'exécution des travaux suivants :

sur le véhicule désigné suivant :

Genre Type :N° Immatriculation

Le CHARGE DE CONSIGNATION Habilitation :

Atteste qu'en vue de l'exécution de ces travaux, il a consigné ou mis hors tension le véhicule désigné ci-dessus

Signatures

le :/ À ...h...mn

- | | |
|-------------------------------------|---------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Le CHARGE DE CONSIGNATION |
| <input type="checkbox"/> | Le CHARGE DE TRAVAUX |
| <input type="checkbox"/> | Le CHARGE DE REPARATION |

ATTESTATION DE DECONSIGNATION/REMISE SOUS TENSION

Le Chargé de consignation	Nom Etablissement
Aviser le Chargé d'Exploitation	Nom Etablissement

Qu'en vue de l'exécution de travail, il a :

Déconsigné Remis sous tension

Le véhicule/engin :

genre :

Type :

N° Immatriculation :

N° Identification:

Date et heure Leàhm	Noms et Signatures	
	De l'Employeur	Du Récepteur

❖ INSTRUCTION DE SÉCURITÉ

INSTRUCTION DE SÉCURITÉ					
Le :	Employeur :	Nom :			
		Etablissement ou Entreprise*			
Autorise le :	Chagré de : <input type="checkbox"/> réparation <input type="checkbox"/> travaux <input type="checkbox"/> opération <input type="checkbox"/> intervention <input type="checkbox"/> essai	Nom :			
		Etablissement ou Entreprise*			
A effectuer les opérations ci-dessous sur l'équipement suivant :					
Opérations à réaliser	Conditions d'exécution	Matériel & outillage	Séquences opératoires	Précautions à observer	Évaluation des risques
Date et heure :	Noms et signatures				
	de l'émetteur			du récepteur	
Le					
À hmin					

❖ AVIS DE FIN DE TRAVAIL

AVIS DE FIN DE TRAVAIL			
L'Emetteur	<input type="checkbox"/> Le Chargé de réparation	Nom	Etablissement
	<input type="checkbox"/> Le Chargé de travaux :		
	<input type="checkbox"/> le Chargé d'opérations		
	<input type="checkbox"/> Le Chargé d'intervention		
	<input type="checkbox"/> le Chargé d'essai		
Avisé le			
Le Récepteur	<input type="checkbox"/> Le Chargé de consignation	Nom	Etablissement
	<input checked="" type="checkbox"/> Le Chargé d'Exploitation		
	<input type="checkbox"/> Le Chef d'Etablissement		
Que les opérations ou travaux ou opérations désignés ci-après :			
sont terminés, et que le personnel a été rassemblé et informé de la fin du travail			
Date - Heure	Noms - Signatures		
Le àh.....m	L'Emetteur	Le Récepteur	

Etablissement ou Entreprise* : à compléter si différent des indications sur l'ordre de réparation

DEFINITION DU ROLE DES PRINCIPAUX INTERVENANTS POUR LE TRAVAIL HORS TENSION SUR UN VEHICULE ELECTRIQUE

➤ **L'EMPLOYEUR OU LE CHEF D'ETABLISSEMENT, OU LE CHARGE D'EXPLOITATION ELECTRIQUE (s'il existe).**

- Organise les opérations suivant le type de véhicule à réparer,
- Désigne l'opération (fiche de travail),
- Désigne la PERSONNE « EN CHARGE DE L'OPERATION »
- Désigne le Chargé de consignation,
- Veille à l'application stricte de :
 - la rédaction des documents obligatoires :
la Mise hors tension éventuellement,
l'Avis de fin de travail,
l'Attestation de remise sous tension...
- Rédige l'AUTORISATION DE TRAVAIL.

Cette autorisation de travail, rédigée après l'avis de consignation, est remise à la personne « CHARGE DE L'OPERATION », par exemple :

- Un chargé de travaux,
- Un chargé de réparation,
- Un chargé d'opération particulières...

Cette **AUTORISATION DE TRAVAIL**, permet l'accès aux équipements électriques.

➤ **LE CHARGE DE CONSIGNATION BCL**

Le chargé de Consignation réalise :

1° La Consignation

Il doit réaliser les **4 Étapes de la Consignation** (voir p. 74)

Le Chargé de Consignation :

- Rédige l'Attestation de consignation ou de mise hors tension,
- La signe, et la date,
- La transmet pour accord au Chargé de travaux ou chargé de réparation ou chargé d'opérations particulières qui la signe également.



Des mesures complémentaires de sécurité peuvent être prises à la demande du Chargé de Consignation, du Chargé de Travaux ou du Chargé d'opérations d'ordre non électrique.

- Pose de nappe isolante,
- Equipotentialité des parties actives, des masses...

2° La Déconsignation.

Après Réception de l'**AVIS** de fin de travail, établi par le Chargé de Travaux, ou le chargé de réparation, le Chargé de Consignation doit après signature :

- 1 - Retirer les protections, balisage...
- 2 - Supprimer la condamnation,
- 3 - Permettre à nouveau la manœuvre ou la remise en place des organes de séparation
- 4 - Supprimer les pancartes de signalisation

 **Le Chargé de Consignation réalise ces opérations lui-même ou les fait exécuter sous sa responsabilité.**

Le Chargé de Consignation restitue alors le véhicule à l'employeur en joignant :

- L'avis de fin de travail,
- L'ordre de réparation.

→ **NOTA : Il ne doit y avoir qu'un seul Chargé de Consignation par véhicule**

❖ LA PERSONNE EN « CHARGE DE L'OPERATION »

La personne en « CHARGE DE L'OPERATION » (définition p. 30) peut être :

- **Le Chargé de Travaux B2L,**
- **Le Chargé de Réparation BOL,**
- **Le Chargé d'Opération particulières B2XL,**

 **La personne en « CHARGE DE L'OPERATION » est responsable de la sécurité collective et de la bonne exécution des travaux sur la chaîne de traction et de service/servitude du véhicule.**

Avant le début des travaux, la personne en « CHARGE DE L'OPERATION » doit :

- ✿ Vérifier que le travail ait été clairement défini, tous les risques, électriques ou non, ont été clairement évalués,
- ✿ Que tous les exécutants soient en possession de leur titre d'habilitation, validé, et adapté aux travaux à exécuter,
- ✿ Que tous les exécutants disposent de leur EPI et de l'outillage individuel et collectif conformes et nécessaires.

Avant d'entreprendre les travaux, la personne en « CHARGE DE L'OPERATION » doit :

- ⊕ Lire et signer l'Avis de Consignation,
- ⊕ Vérifier la consignation du véhicule concerné (lecture des plaques minéralogiques ou autres),
- ⊕ Informer les exécutants de la nature des travaux, des mesures de sécurité, des précautions à prendre, des limites de la zone de travail,
- ⊕ Donner les ordres de commencement des travaux.

Pendant les travaux, la personne en « CHARGE DE L'OPERATION » doit :

- ⊕ Veiller à la bonne exécution des travaux,
- ⊕ Assurer la surveillance des personnels,
- ⊕ Veiller à l'application des mesures de sécurité,
- ⊕ Veiller au bon emploi de l'outillage et du matériel de sécurité.

A la fin des travaux, la personne en « CHARGE DE L'OPERATION » doit :

- ⊕ S'assurer de l'enlèvement de tous les outils,
- ⊕ Interdire tout nouvel accès à la zone de travail,
- ⊕ Remettre au Chargé de Consignation pour signer l'avis de fin de travaux.

❖ L'EXECUTANT DE TRAVAUX D'ORDRE ELECTRIQUE OU NON ELECTRIQUE**L'Exécutant doit veiller à sa propre sécurité.**

L'Exécutant ne doit rien entreprendre de sa propre initiative.

Il doit :

- Suivre les instructions de la personne en « CHARGE DE L'OPERATION »,
- Respecter les dispositions de sécurité mises en œuvre,
- Utiliser tous les EPI (équipements de protection individuels) si besoin,
 - Gants isolants,
 - Écran facial,
 - Chaussures de sécurité isolantes,
 - Vêtements adaptés et couvrants (pas de partie du corps dénudé),
 - Suppression de tous bijoux : chaînes, bracelets...
- N'utiliser que les outils et matériaux conformes aux prescriptions de sécurité,
- Vérifier avant toute opération, le bon état du matériel, et des moyens de protection contre les risques électriques, mécaniques (charges lourdes), chimiques (projection d'acide), de dégagement gazeux
- N'utiliser que des appareils de mesure adaptés aux opérations à effectuer.



Attention :

Pointes de touche, isolées et protégées de degré IP 2X.



Imexco

CHAPITRE X

OPERATIONS

DANS

LE VOISINAGE DE PIECES NUES



DISTANCES ET ZONES DE VOISINAGE

Au cours d'opérations **d'ordre électrique ou d'ordre non électrique**, le personnel peut être amené à s'approcher de **pièces nues sous tension**.

Le risque électrique présenté par **les équipements** électriques sous tension est lié à leur **proximité**, leur **accessibilité** et leur **niveau de tension**.

La notion de distance et de zone est à considérer dès lors que deux pièces nues en champ libre présentent :

- **En courant continu**

Une différence de potentiel nominal > à 60 V CC
ou

Une capacité de batterie supérieure à 180 Ah.

- **En courant alternatif**

Une différence de potentiel > 25 V efficace.

ZONE D'ENVIRONNEMENT

➤ DISTANCE LIMITE DE VOISINAGE SIMPLE : DLVS

La **distance limite de voisinage simple (DLVS)** est la distance dans l'air, déterminée à partir de la pièce nue sous tension, fixée par convention à 3 m en courant continu et courant alternatif.

Si la surface du poste de travail est trop petite, il faut poser un balisage matérialisé (rubalise, pancarte, chaîne, par exemple à 1 m à minima de la périphérie du véhicule.

➤ ZONE DE VOISINAGE SIMPLE

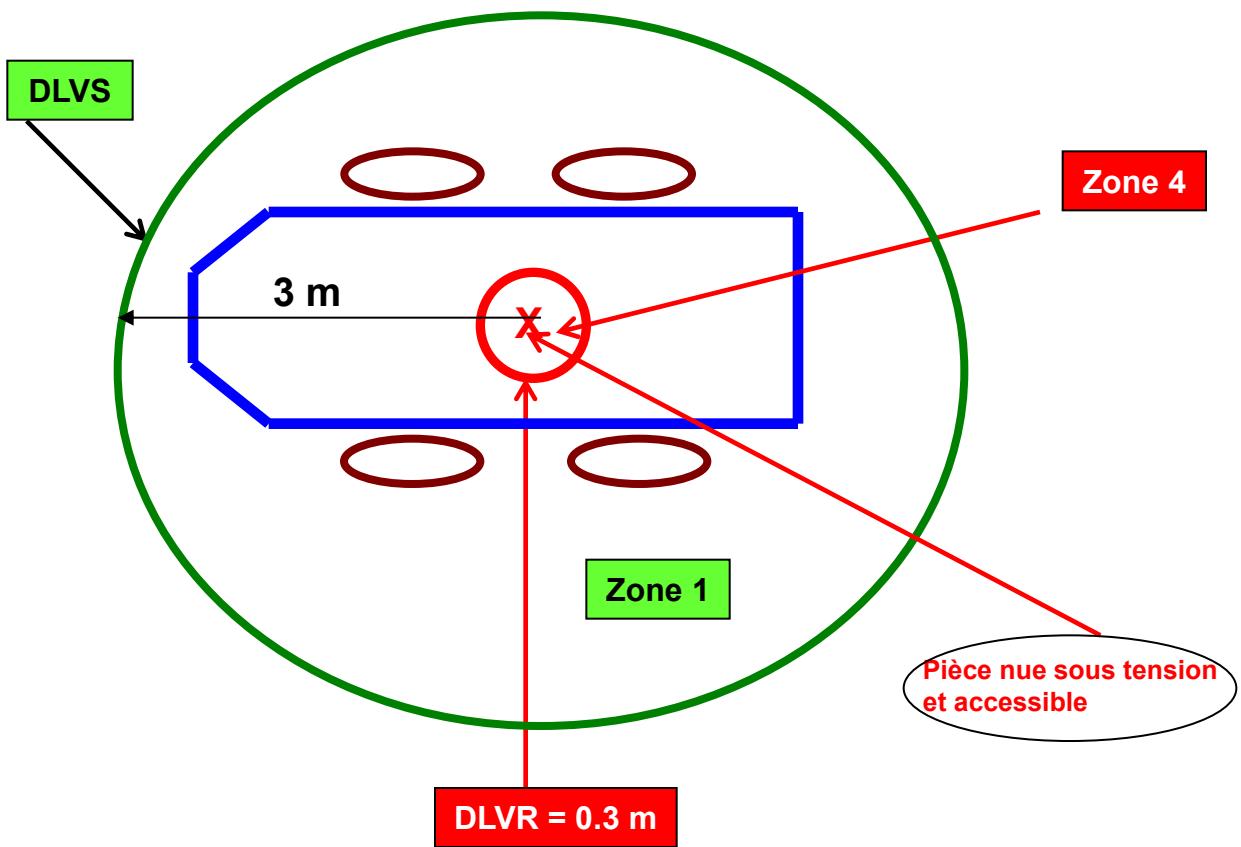
ZONE 1

La zone de voisinage simple, appelée, **zone 1**, est comprise entre la distance limite de voisinage simple (DLVS) = 3 m et la distance limite de voisinage renforcé (DLVR) = 30 cm.

Si la surface de travail est exigüe, il faut obligatoirement installer un balisage périmetrique à 1 mètre à minima du véhicule.



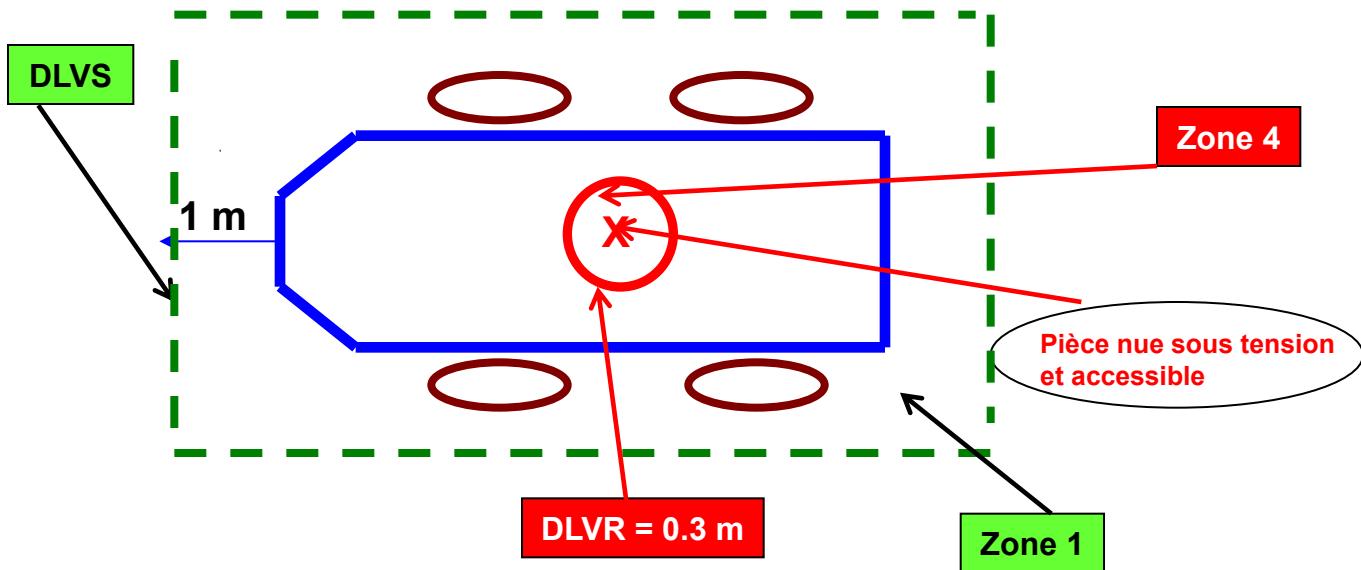
ZONE EN CHAMPS LIBRE



La distance minimum d'approche correspond au périmètre extérieur de la zone 4, soit 30 cm autour d'une pièce nue sous tension.



ZONE AVEC BALISAGE



➤ **DISTANCE LIMITE DE VOISINAGE RENFORCE DLVR (ou DMA)**

La distance limite de voisinage renforcé (DLVR, appelée également DMA (distance minimale d'approche) est la distance dans l'air, déterminée à partir de la pièce nue sous tension, qui permet de définir la limite extérieure de la zone de voisinage renforcé

DISTANCE LIMITE DE VOISINAGE RENFORCE DLVR OU DMA EN BASSE TENSION BT

La distance limite de voisinage renforcé (**DLVR**) est fixée conventionnellement à **30 cm de la pièce nue sous tension pour les tensions continues $\leq 1500V$ et tensions alternatives $\leq 1000V$.**

La DLVR est la limite de la zone des TST.

➤ **ZONE DE VOISINAGE RENFORCE ZVR** **ZONE 4 EN BASSE TENSION BT**

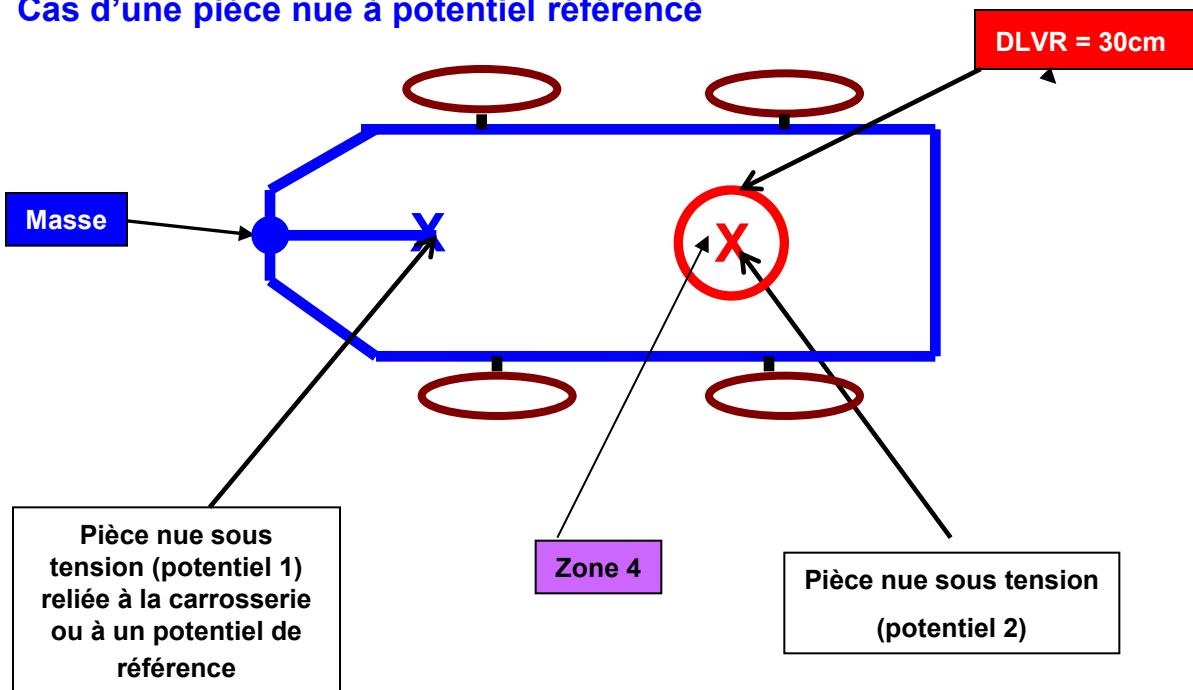
La zone de voisinage renforcé en basse tension, appelée zone 4, est comprise entre la distance limite de voisinage renforcé (DLVR) confondue avec la distance minimale d'approche (DMA), et la pièce nue sous tension sans contact.

Un véhicule électrique peut être alimenté par un générateur à potentiel fixé ou potentiel flottant.

■ **Pièce conductrice à potentiel référencé (fixé)**

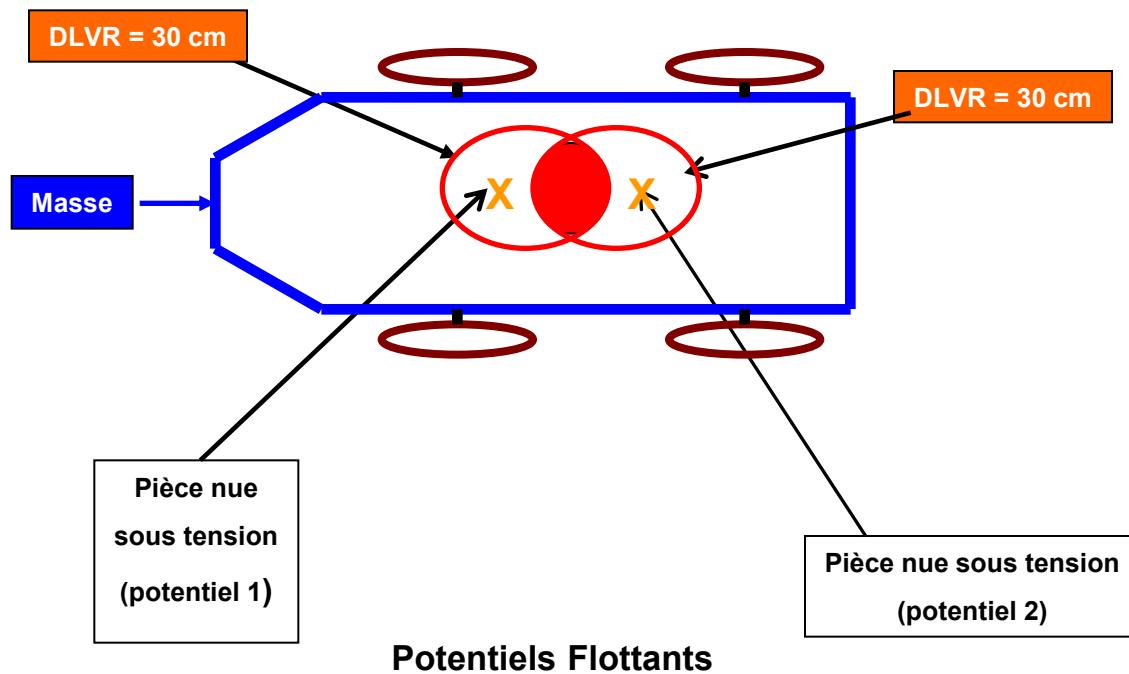
Exemple : Pièce conductrice reliée électriquement à la carrosserie du véhicule ou à un potentiel de référence.

Cas d'une pièce nue à potentiel référencé



■ Pièce conductrice à potentiel non référencé (flottant)

Pièces conductrices sans contact électrique avec une pièce à potentiel fixé



❖ ZONE DES TRAVAUX SOUS TENSION ZTST

C'est la zone de voisinage renforcé ZVR, en incluant le **CONTACT** avec les pièces nues sous tension.

REGLES A RESPECTER EN FONCTION DES ZONES

❖ ZONE 1 ZONE DE VOISINAGE SIMPLE ZVS

Les opérateurs qui évoluent dans cette zone doivent :

- Avoir une **AUTORISATION** du Chargé d'Exploitation,
- Prendre connaissance des instructions de sécurité,
- Baliser la zone de travail,
- Organiser et contrôler la surveillance des personnes placées sous leurs ordres,
- Vérifier que les protections prévues sont en place.

Les Opérateurs qui évoluent en zone 1 doivent être **obligatoirement** habilités :

→ **BOL, B1L, B2L, B2XL+ attribut, BCL, BEL expertise**



INTERDICTION ABSOLUE DE PENETRER EN ZONE 4.

ZONE 4 ZONE VOISINAGE RENFORCE Z4



Travaux exécutés à moins de 30 cm d'une pièce nue sous tension

Dans le cas de pièces à potentiel flottant, la zone 4 est limitée à la zone comprise à la fois dans les zones 4 de chacun des potentiels.

- Dans cette zone 4, seules les personnes habilitées **B2VL, B1VL, BCL, BRL B1XL ou B2XL+ Attribut, BEL essai** (voir p. 111 - 112) sont autorisées à travailler.

→ **En zone 4, Seuls les TRAVAUX D'ORDRE ELECTRIQUE sont autorisés, les opérations d'ordre NON ELECTRIQUE au voisinage renforcé de pièces nues sous tension sont interdites**

Les Opérateurs qui évoluent en zone 4 doivent être en possession d'une autorisation de travail, respecter les instructions de sécurité et revêtir les EPI

La suppression du risque dû à la présence de tension doit être réalisée par :

- L'obstacle ou un isolant,

Après la pose de l'obstacle, la zone 4 est réduite au volume compris entre la pièce nue et la face interne de l'obstacle

ACCESSIBILITE AUX POTENTIELS

Lors d'une opération électrique, des potentiels différents peuvent être accessibles. Sur un véhicule accidenté, les parties conductrices du véhicule/engin doivent faire l'objet d'une analyse du risque électrique, car celles-ci peuvent être reliées accidentellement à un potentiel flottant.

Avant toute opération, l'intervenant doit :

→ **Vérifier avec le VAT l'absence de tension entre les parties conductrices du véhicule/engin et les pièces nues sous tension.**

Les trois situations suivantes sont à analyser.

1° Situation

L'opérateur se trouve à la fois dans la zone 4 de chacun des 2 potentiels. Il doit appliquer les prescriptions de sécurité propres à la zone 4.

2° Situation

L'opérateur se trouve à la fois dans la zone 1 de chacun des 2 potentiels. Il doit appliquer les prescriptions de sécurité de la zone 1.

3° Situation

L'opérateur se trouve à la fois dans la zone 4 d'un potentiel, et dans la zone 1 de l'autre potentiel .

Il doit appliquer les prescriptions de sécurité de la zone 1.

TRAVAUX SOUS TENSION

La zone de travaux sous tension (TST) inclue le contact avec des pièces nues sous tension dans la zone de voisinage renforcé.

Les personnes doivent être habilitées : **B1TL, B2TL**.

Ces habilitations ne font pas partie de cette formation,



Imexco

CHAPITRE XI

OPERATIONS

DANS

L'ENVIRONNEMENT

DES

CANALISATIONS ISOLEES

Le risque principal est est **LA DEGRADATION** de l'isolant.
Cette dégradation peut exister avant l'opération envisagée,

ou

Être causée pendant l'intervention par une manoeuvre de l'intervenant inadéquate.

Ce n'est que par une analyse des risques inventoriant d'une façon exhaustive toutes les situations, postures, outils utilisés..., dont découleront les prescriptions de sécurité à mettre en oeuvre, que l'intervenant pourra travailler en toute sécurité.



REGLES A RESPECTER

!!! Obligation de respecter une **Distance limite d'Approche prudente de 30 cm (DLAP)**.

Dans cette zone ZAP déterminée par la DLAP :

- Examiner attentivement la canalisation,
- Eviter tout contact inutile avec la canalisation

Il faut analyser, avant de commencer tout travail, les situations suivantes :

1 Activité sans risque pour les canalisations, sans dégradation et sans contact,

Prescriptions : - Les canalisations peuvent rester sous tension,
- Eviter de pénétrer dans la zone d'approche prudente ZAP,

→ **L'opérateur doit être AVERTI**

2 Activité sans contact, mais pouvant accidentellement détériorer la canalisation,

En effet, dans cette ZAP, il faut éviter un risque d'endommagement de la canalisation avec des outils à main, électriques ou pneumatiques.

Prescriptions : - Définir les procédures d'accès, suivi, contrôle
- Priorité donnée à la consignation.
- Obligation d'une autorisation de travail
- Rédiger un avis de fin de travail.

→ **L'opérateur doit être AVERTI**

3 Activité sans risque pour la canalisation, mais avec nécessité de rentrer en contact avec elle, et de la déplacer sans contrainte,

Par exemple écarter une canalisation ou la déformer pour dégager un espace de travail.

→ **L'opérateur doit être AVERTI**

4 Activité sans risque pour la canalisation, mais avec nécessité de rentrer en contact avec elle, et de la déplacer avec contrainte,

Là, il existe un véritable **risque d'électrisation**.

Prescriptions : - Consignation ou mise hors tension obligatoire,
- Obligation d'une autorisation de travail

→ **L'opérateur doit être habilité B2L, et l'exécutant B1L**



OPERATIONS HORS TENSION DANS LA ZAP

➤ CHAMPS D'APPLICATION

Il s'agit d'opérations Hors Tension :

- Travaux,
- Opérations Particulières,

réalisées dans la zone d'approche prudente (30 cm) des canalisations isolées.

➤ OPERATIONS APRES CONSIGNATION

- Travaux d'ordre non électrique

Personne en CHARGE DE L'OPERATION : B0L Chargé de réparation

→ **Exécutant : AVERTI**

- Travaux d'ordre électrique

► Personne en CHARGE DE L'OPERATION : B2L Chargé de travaux

→ **Exécutant : B1L**

➤ OPERATIONS APRES MISE HORS TENSION

- Travaux d'ordre non électrique

► Personne en CHARGE DE L'OPERATION : B0L Chargé de réparation

→ **Exécutant : B0L**

- Travaux d'ordre électrique

► Personne en CHARGE DE L'OPERATION : B2L Chargé de travaux

→ **Exécutant : B1L**



Imexco

CHAPITRE XII

OPERATIONS

D'ORDRE NON ELECTRIQUE

Les opérations d'ordre NON électrique réalisées dans le voisinage électrique concernent sur une voiture ou engin électrique toutes les opérations qui ne sont pas effectuées sur les conducteurs actifs, leur isolant et les conducteurs de masse.

C'est-à-dire les travaux de : Tôlerie, Mécanique, Peinture, Sellerie, Nettoyage...

Ces opérations sont **dirigées soit par :**

- **Un Chargé de réparation**, habilité **B0L CR** qui n'agit que sur les ordres du Chargé d'exploitation électrique ou de l'employeur,

exécutées soit par :

- un exécutant habilité **B0L EXECUTANT**,
- une **personne AVERTIE**,

en fonction des zones et des situations.

- **Le Chef d'établissement** si l'équipement n'est pas consigné ET s'il n'y a pas de pièces nues sous tension.

❖ LE CHARGE DE REPARATION

➤ Avant le début des opérations

- Il attend de recevoir pour la contresigner « l'autorisation de travail » (voir page 77) du Chargé d'exploitation électrique.

➤ Pendant les opérations

- Il veille à l'application des prescriptions de sécurité des personnes placées sous son autorité,
- Il indique les situations de travail dans lesquelles elles doivent opérer et notamment les zones.

➤ A la fin des opérations

- Il vérifie la bonne exécution du travail,
- Il vérifie l'enlèvement de tous les outils,
- Il rassemble le personnel et signifie l'interdiction de tout retour dans la zone de travail,
- Il remet l'Avis de Fin de Travail au Chargé d'exploitation électrique.

❖ L'EXECUTANT DE TRAVAUX D'ORDRE NON ELECTRIQUE

Il s'agit d'exécutants intervenant sur la voiture électrique pour des travaux d'ordre non électrique.

Les exécutants travaillent sous les **ORDRES** du Chargé de réparation, ils doivent :

- Suivre les instructions du Chargé de réparation et notamment **RESPECTER** les zones qui leur sont attribuées,
- Veiller à leur propre sécurité,
- Rendre compte à leur Chef de toutes difficultés concernant le respect des prescriptions de sécurité.



OPERATIONS D'ORDRE NON ELECTRIQUE

TRAVAUX		ZONE	RESPONSABLES	EXCECUTANTS
TRAVAUX D'ORDRE NON ELECTRIQUE HORS TENSION HORS CIRCUIT Nécessitant UNE CONSIGNATION	EQUIPEMENT CONSIGNE ↓ Pas de pièces nues sous tension	ZONE 1 et 4	BCL ↓ BOL Chargé de réparation	AVERTI
TRAVAUX D'ORDRE NON ELECTRIQUE HORS TENSION HORS CIRCUIT NE Nécessitant PAS DE CONSIGNATION	EQUIPEMENT NON CONSIGNE ↓ Pièces nues sous tension	ZONE 1	BOL Chargé de réparation	BOL exécutant
		ZONE 4		
	Pas de Pièces Nues sous tension	CANALISATION ISOLEE ZAP Avec interdiction de la déplacer avec contrainte (voir p.89-90)	Chef d'établissement	ORDINAIRE
			Chef d'établissement	AVERTI

TABLEAU SYNTHETIQUE DES OPERATIONS D'ORDRE NON ELECTRIQUE
AUTORISEES EN FONCTION DES ZONES ET DES SYMBOLES D'HABILITATION

NOTA :

Dans le tableau ci-dessus, la chaîne de commandement est la suivante :

L'Employeur

- Le Chef d'Etablissement
- Le Chargé d'Exploitation

Mais pour des raisons de clarté dans ce tableau synoptiques, cette chaîne n'est pas mentionnée.



Imexco

CHAPITRE XIII

OPERATIONS

PARTICULIERES

DEFINITION

On appelle « Opérations Particulières » diverses opérations sur ou autour d'un véhicule/engin électrique qui ne rentrent pas dans le cadre des opérations déjà étudiées dans ce fascicule, c'est-à-dire les opérations hors tension, les opérations sous tension, (non étudiées dans ce fascicule), et les opérations dans l'environnement électrique.

Les opérations particulières recouvrent 2 types d'activités :

- I Activité Etude – Conception – Essai – Retouche
- II Activité concernant des véhicules en circulation.

- 1° Expertise auto,
- 2° Contrôle Technique,
- 3° Dépannage – Remorquage,
- 4° Déconstruction,
- 5° Crash-test et Homologation
- 6° Service de secours,
- 7° Opération batterie.

I ACTIVITES : ETUDE – CONCEPTION – ESSAI – RETOUCHE

Ces activités peuvent nécessiter de :

- 1° Réaliser des opérations particulières de conception, essai, retouche (après consignation ou mise hors tension),
- 2° Pose ou dépose d'éléments de mesure en parallèle ou en série,
- 3° Opérations de mesurage,
- 4° Opérations de vérification,
- 5° Opérations de manœuvre,
- 6° Opérations de connexion-déconnexion de batterie < 275 Ah.

Ces différents types d'opérations vont mettre l'opérateur dans des situations de risques électriques plus ou moins importantes. Seule l'analyse préalable du risque permettra de mettre en place le mode opératoire adéquat avec les moyens de protection collectifs et/ou individuels nécessaires.

Il y a 2 types de situations pour l'opérateur

- A** Opérations en **Présence de Tension**, Hors Tension avec ou sans voisinage.
 - ➔ Il s'agit alors d'une **INTERVENTION**,
 - L'opérateur est habilité ➔ **BRL Chargé d'intervention électrique**.
- B** Opérations Hors Tension avec ou sans voisinage.
 - ➔ Il s'agit alors d'un **essai**,
 - L'opérateur est habilité ➔ **BEL essai**

Pour ces 2 types de situations :

- ➔ Le Chargé d'intervention **BRL** et le Chargé d'essai **BEL** ne peuvent avoir qu'un seul **Exécutant B1L ou B1VL**.

Le tableau ci-après permet de mieux visualiser les opérations qui relèvent du **BRL** et celles qui relèvent du **BEL Essai**.

Types d'Opérations	Intervention	Essai	Conduite BEL	Conduite BRL	Exécutant
Consignation pour lui-même	X	X	X	X	B1L, B1VL
Opération d'ordre électrique en Z1 et Z4	X	X	X	X	B1L B1VL
Essai, Vérification, Mesurage, Manœuvre	X	X	X	X	B1L B1VL
Pose , dépose Protection isolante	X	X	X	X	B1L B1VL
Pose , dépose Eléments de mesure au voisinage	X			X	B1VL
Pose , dépose Eléments de mesure sur pièces nues U ≤ 60Vcc C ≤ 275 Axh	X			X	B1VL
Connexion-déconnexion de conducteur ou de batterie restriction U ≤ 60Vcc C ≤ 275 Axh	X			X	B1L B1XL B1VL

II ACTIVITES : PRATIQUEES SUR VEHICULES V.E.E.E

1° EXPERTISE D'UN VEHICULE

L'Expert doit être habilité **BEL Expertise auto**

- 1°) Analyse des risques,
- 2°) Demande ou non, la consignation ou la mise hors tension au Chargé d'exploitation électrique,
- 3°) Expertise le véhicule sous la conduite du Chargé de travaux ou Chargé d'exploitation électrique.



Interdiction de rentrer en zone 4

2° CONTRÔLE TECHNIQUE

Pour contrôler le véhicule, le contrôleur doit rentrer dans les différentes zones de voisinage et notamment en zone 4.

Il faut donc respecter « **les prescriptions de sécurité** » dans l'environnement, et les équipements de protection.

- L'opérateur doit être habilité **B2XL**
avec mention « Contrôleur technique »
- Son Exécutant **B1XL**, contrôleur technique.

3° DEPANNAGE ET REMORQUAGE

Voiture en panne

L'Opérateur doit analyser :

- La localisation des canalisations électriques pour les points de levage,
 - Les risques de court-circuit,
 - La polarité des bornes
- L'opérateur doit être habilité **B2XL**, Dépannage-remorquage
 - Son Exécutant **B1XL**, Dépannage-remorquage.

De par son activité, l'Opérateur peut être en mesure de rentrer en zone 4, et de faire des connexions-déconnexions dans la limite de

$$U \leq 60 \text{ V}$$

et

$$C \leq 275 \text{ Ah}$$

Intervention sur véhicule accidenté

Identifier les dommages :

- Atteinte à la carrosserie ou autre,
- Atteinte aux canalisations isolées,
- Présence de pièces nues sous tension.
- Baliser un périmètre de 3 m autour du véhicule,
- Nommer éventuellement un surveillant de sécurité,
- Utiliser les EPI adaptés à la situation
- Mettre hors tension le véhicule,
- Couper le contact au tableau de bord,
- Ouvrir tous dispositifs de séparation ou retirer tous les fusibles,
- Pose d'indicateur de danger.

 **S'il y a des pièces nues susceptibles d'être sous tension, l'Opérateur doit appliquer des nappes isolantes, manchons isolants...**

4° DECONSTRUCTION DU VEHICULE**1° cas Voiture en panne**

Si le véhicule est équipé de ses batteries de traction :

L'opérateur doit être habilité B2XL Déconstruction et son exécutant B1XL Déconstruction

1°) Consignation définitive du véhicule (mise hors tension définitive)

2°) Dépose et stockage des batteries (prescriptions à suivre : voir paragraphe « Manutention des batteries », (page 101)

3°) Le B2XL Déconstruction peut :

- rentrer en zone 4
- connecter / déconnecter sous tension dans la limite de
 $U < 60 \text{ V}$
- $C < 275 \text{ Ah}$

Si le véhicule n'a plus de source de tension, le désassemblage peut être effectué par une personne « ordinaire ».

2° cas Voiture accidentée

Avant la déconstruction, il faut :

- Analyser les risques (électriques, chimiques, incendie),
- Utiliser les EPI,
- Vérifier les niveaux de dégradation des canalisations isolées, la présence de pièces nues,
- Réaliser la mise hors tension (si elle n'est pas déjà réalisée),
- Effectuer la VAT si possible,
- Mettre en place des protections isolantes : nappes, bouchons..., dans la Zone 4
- Déposer et stocker les batteries.

L'opérateur doit être habilité → **B2XL Déconstruction,**

Son Exécutant doit être habilité → **B1XL Déconstruction**

3° cas Désassemblage du pack des Batteries

Risque important de contact et de court-circuit

Appliquer les prescriptions du chapitre XIV « Opérations sur batteries », (page 100)

5° CRASH TEST ET HOMOLOGATION

L'Opérateur peut rentrer en zone 4, pratiquer des opérations de connexions et déconexions dans la limite

$$U \leq 60 \text{ V}$$

et

$$C \leq 275 \text{ A.h}$$

L'Opérateur doit être habilité



B2XL crash test

Son Exécutant doit être habilité



B1XL crash test

6° SERVICE DE SECOURS

L'Opérateur doit être habilité



B2XL service de secours

Son Exécutant doit être habilité



B1XL service de secours

Il peut rentrer en zone 4.

Du fait de l'urgence de son intervention sur des véhicules dont l'intégrité peut être atteinte, **cet opérateur a des risques électriques très importants**.

Pour s'en protéger, **il doit impérativement respecter les instructions de sécurité suivantes :**

- Analyser tous les risques (électriques, mais aussi chimiques, incendie, explosion...),
- Baliser le V.E.E.E, soit à 1 m avec obstacle, sinon à 3 m,
- Identifier les dommages atteints à la structure du V.E.E.E et principalement aux canalisations isolées,
- Utiliser les EPI nécessaires,
- Pratiquer un nappage sur les pièces nues,
- Identifier le dispositif de charge (si le véhicule est relié à la borne de charge),
- Mettre hors tension le V.E.E.E.

En cas d'incendie se reporter au chapitre XVIII

7° OPERATIONS BATTERIE

Voir chapitre XIV « Opérations sur batteries », (page 100)



Imexco

CHAPITRE XIV

OPERATIONS SUR

LES BATTERIES

PILES A COMBUSTIBLES

SUPER CONDENSATEURS

DES

VEHICULES A ENERGIE ELECTRIQUE EMBARQUEE



I BATTERIES DE SERVITUDE – SERVICE - TRACTION

Il faut considérer 2 catégories de batteries des VEEE, quelles que soient leur fonction

- Batteries de Servitude,
- Batteries de Service,
- Batterie de Traction

1° Cas : Batteries sur Véhicule répondant aux exigences de sécurité
(voir règlement R 100, page 118)

2° Cas : Batteries sur Véhicule ne répondant pas aux exigences de sécurité
(voir règlement R 100, page 118)

➤ MANUTENTION DE BATTERIES

1° Cas : Bornes protégées → Opérateur AVERTI

2° Cas : Bornes non protégées.

Il faut obligatoirement protéger les batteries par un élément isolant pour prévenir le risque électrique.

La tension est inférieure ou égale à 60 V cc → Opérateur AVERTI

La tension est supérieure à 60 V cc → [Opérateur B2XL opération batterie
Exécutant B1XL opération batterie]

➤ NETTOYAGE DU CORPS DE LA BATTERIE

Bornes protégées IP 2X → Opérateur AVERTI

Bornes non protégées IP 2X :

Installer préalablement une protection

La tension est \leq à 60 V cc → Opérateur AVERTI

La tension est $>$ à 60 V cc → [Opérateur B2XL opération batterie
Exécutant B1XL opération batterie]

➤ NETTOYAGE DES BORNES ET CONNECTEURS DE LA BATTERIE – CONNEXION - DECONNEXION

Pour nettoyer les bornes et la connectique de la batterie, il faut nécessairement supprimer les protections sur les parties électriques à nettoyer, ainsi que pour connecter et déconnecter, on est donc en présence de pièces nues sous tension,

 **Mettre HORS CHARGE avant toute opération**

3 Cas se présentent

- | | | |
|-------|---|--|
| 1° Si | <ul style="list-style-type: none"> ■ $U \leq 60 \text{ V cc}$
et ■ $C \leq 180 \text{ Ah}$ |  Opérateur AVERTI |
| 2° Si | <ul style="list-style-type: none"> ■ $U \leq 60 \text{ V cc}$
et ■ $180 < C \leq 275 \text{ Ah}$ |  Opérateur à minima B1XL |
| 3° Si | <ul style="list-style-type: none"> ■ $U > 60 \text{ V cc}$
ou ■ $C > 275 \text{ Ah}$ |  Opérateur à minima B1TL |

- 1 La connexion et déconnexion s'effectuent obligatoirement hors charge,
- 2 Connecter ou déconnecter un seul potentiel à la fois,
- 3 Déconnecter en 1^{er} le potentiel relié à la masse pour éviter les courts-circuits,
- 4 Isoler les extrémités des conducteurs en attente par des bouchons isolants.

➤ CONNEXION-DECONNEXION DES GENERATEURS EXTERNES

Prendre préalablement toutes les dispositions contre les risques de :

- **Court-circuit**,
- **Inversion de polarité**,
- Tensions différentes**.

La capacité de référence qui va déterminer les niveaux d'habilitation requis est la capacité du générateur externe.

La connexion et déconnexion du générateur externe doit se faire selon les règles suivantes :

- | | | |
|---|--|--|
| [| <ul style="list-style-type: none"> ■ $U \leq 60 \text{ V cc}$
et ■ $C \leq 180 \text{ Ah}$ |  Opérateur AVERTI |
| [| <ul style="list-style-type: none"> ■ $U \leq 60 \text{ V cc}$
et ■ $180 < C \leq 275 \text{ A.h}$ |  Opérateur B1XL opération batterie |
| [| <ul style="list-style-type: none"> ■ $U > 60 \text{ V cc}$
ou ■ $C > 275 \text{ Ah}$ |  Opérateur à minima B1TL |

- 1 La connexion et déconnexion s'effectuent obligatoirement hors charge,
- 2 Connecter ou déconnecter un seul potentiel à la fois,
- 3 Déconnecter en 1^{er} le potentiel relié à la masse pour éviter les courts-circuits,
- 4 Isoler les extrémités des conducteurs en attente par des bouchons isolants.

➤ CONTRÔLE DE LA BATTERIE

- Vérification de la température,
- Inspection visuelle,
- Mesures de tension sur bornes,
- Relève de courant

Si $U \leq 60 \text{ Vcc}$ → Opérateur AVERTI

Si $U > 60 \text{ Vcc}$ → Opérateur B2XL opération batterie

➤ VERIFICATION DE L'ELECTROLYTE

Avant toute opération de vérification, mettre en place les protections sur les pièces nues sous tension accessibles, s'il y en a :

Si $U \leq 60 \text{ V cc}$ → Opérateur AVERTI

Si $U > 60 \text{ V cc}$ → **Pose obligatoire de protection sur les pièces nues**
Opérateur B2XL opération batterie

➤ STOCKAGE DES BATTERIES

S'il y a des pièces nues $U > 60 \text{ Vcc}$ ou $C > 180 \text{ Ah}$, le local est considéré comme un : « **local d'accès réservé aux électriciens** »



Attention à la superposition des batteries :
Vérifier que le conditionnement est compatible



**Attention au dégagement gazeux et risque d'incendie
des batteries défectueuses**

REGLEMENT R 100 Obligatoire depuis le 1^{er} Janvier 2013
(voir le texte complet page 118)

PRINCIPAUX POINTS

- Protection contre les chocs électriques IPXXB,
- Marquage spécifique pour les éléments de classe B ($U > 60 \text{ V cc}$),
- Câbles de classe B, couleur orange,
- Circuit de traction isolé de la masse du véhicule par une résistance

100 fois la tension en CC et 500 fois en AC.



LOCAL DE RECHARGE DE BATTERIES : Atmosphère explosive

Un local de charge de batterie est considéré comme une atmosphère explosive (ATEX).

Il se dégage 1m³ d'Hydrogène par charge au maximum par voiture.

En conséquence, avant d'engager une procédure de charge,



Veillez à respecter les règles de sécurité suivantes :

Ventilation du local

- *Les postes de charge ne doivent pas être situés près des postes de travail générant des étincelles,*
- *L'interdiction absolue de fumer sur les lieux de charge doit être édictée et respectée,*
- *L'utilisation d'un chauffage radiant à proximité est prohibée.*

Préconisations de Sécurité

- *1 Extincteur CO₂,*
- *1 Rince-œil,*
- *1 Panneau « Défense de fumer »,*
- *Le sol doit être en béton avec une pente vers le ou les caniveau(x) raccordé(s) au dispositif d'assainissement,*
- *Peinture de sol anti-acide,*
- *L'éclairage doit être réalisé avec des lampes sous enveloppe étanche,*
- *L'architecture du local doit rendre impossible la formation de poches de gaz dans la partie la plus haute,*
- *Le chauffage du local ne peut être assuré que par fluide chauffant (air, eau, vapeur d'eau).*



Les postes de charge extérieurs peuvent être installés sans limite de nombre.

Il existe des normes européennes concernant ce type de matériel NF EN 50-0XX ou NFC 23-5XX qui fixent les spécifications, vérifications et épreuves prévues par la réglementation.

□

III PILES A COMBUSTIBLE

Les opérations de connexion - déconnexion – nettoyage de l'enveloppe doivent se faire à l'**ARRET** de la pile et **HORS DEBIT**

Connectique IP 2X

$U \leq 60 \text{ Vcc}$	→	Opérateur AVERTI
$U > 60 \text{ Vcc}$	→	Opérateur B1XL opération batterie



NE TRAVAILLER QUE SUR UN POTENTIEL A LA FOIS

□

II SUPERCONDENSATEUR

Appelé aussi « **SUPER CAP** »

 Avant toute opération, il faut mettre le circuit qui comprend le “Supercap” hors tension.

1°) Cas : Connectique IP 2X → Opérateur **AVERTI**

2°) Cas : Connectique NON IP 2X → Opérateur **B1XL opération batterie**

 Avant toute opération, il faut décharger le Supercap par un dispositif prévu à cet effet.



Imexco

CHAPITRE XV

OPERATIONS

SUR

EQUIPEMENTS ELECTRIQUES

DES VEHICULES E.E.E

OPERATIONS SUR EQUIPEMENTS DE SERVICE – SERVITUDE – COMMANDE

I CONNECTIQUE PROTEGEE IP 2X

Opérateur AVERTI

II CONNECTIQUE NON PROTEGEE (Pièces nues sous tension accessibles)

1° Cas

$U \leq 60 \text{ Vcc}$

$C \leq 180 \text{ Ah}$

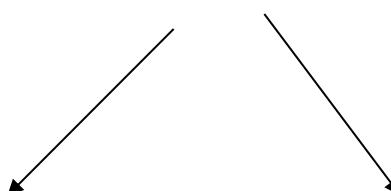


Opérateur AVERTI

2° Cas

$U \leq 60 \text{ Vcc}$

$C > 180 \text{ Ah}$



Circuits non protégés

→ Opérateur **B2VL**
B2L *1
B2TL

Circuits protégés

si fusible $> 50 \text{ A}$ → Opérateur **B2L**
B2TL *1

si fusible $\leq 50 \text{ A}$ → Opérateur AVERTI

3° Cas

$U > 60 \text{ Vcc}$



Opérateur **B2VL**
B2L *1
B2TL

1* Selon l'environnement et l'Opération



Imexco

CHAPITRE XVI

OPERATIONS

SOUS TENSION

La formation à l'habilitation de TST (Travaux sous tension) ne fait pas partie de cette formation.

- Il s'agit d'une formation spécifique « TST sur Véhicules et Engins à Energie Electrique Embarquée (VEEE) ».

Habilitation : B1TL et B2TL

Dans les véhicules à motorisation électrique, les TST se pratiquent exclusivement sur les circuits de batteries de traction, (parties actives des batteries).

Seules les batteries de tension de capacité C > 275 Ah sont concernées quelles que soient leur tension, ainsi que les circuits où la d.d.P est > 60Vcc.

Le cadre réglementaire des TST est celui du Code du Travail Article 4544 – 11 et de l'arrêté du 21 / 11 / 2016 relatif à la procédure et aux modalités de l'agrément des organismes de formation aux Travaux Sous Tension sur les installations électriques.

Les organismes de formation qui dispensent des formations à l'habilitation pour Travaux Sous Tension (TST) doivent être accrédités nominativement par arrêté du Ministère du Travail selon des modalités très strictes et très précises.



CHAPITRE XVII

SYNOPTIQUE

DES

OPERATIONS ELECTRIQUES

PAR ZONES

ET

SYMBOLES CORRESPONDANTS

NOTA :

Dans les tableaux ci après, la chaîne de commandement est la suivante :

L'Employeur

- Le Chef d'Etablissement
 - Le Chargé d'Exploitation

Mais pour des raisons de clarté dans ces tableaux synoptiques, cette chaîne n'est pas mentionnée.

Rappel :

Le synoptique des opérations d'ordre non électrique figure page 93



TABLEAU SYNOPTIQUE DES OPERATIONS

TYPES OPERATIONS	PARTICULARITES	ZONES	RESPONSABLE	EXECUTANT
Travaux Hors Tension après consignation		Sur circuit électrique	BCL ↓ B2L	→ B1L
Travaux de voisinage		Zone 1	B2L	→ B1L
		Zone 4	B2VL	→ B1VL
Travaux sous Tension		Sur circuit électrique	B2TL	→ B1TL
Interventions en bureau d'étude et d'essai	Hors tension ou au voisinage	Zone 1 et 4	BRL	→ B1VL
Essais, mesurage, vérification manœuvre	Sur / Hors circuit	Zone 1 et 4	BEL Essai	→ B1VL
Expertise	Hors circuit	Zone 1	BEL expertise	→ B1L
Dépannage, remorquage, contrôle technique, crash test déconstruction	Sur / Hors circuit Voisinage	Zone 1 et 4	B2XL * 1	→ B1XL * 1



TABLEAU SYNOPTIQUE DES OPERATIONS SUR BATTERIES

TYPES OPERATIONS	PARTICULARITES	CARACTERISTIQUES	RESPONSABLE	EXECUTANT
Manutention, Vérification électrolyte, nettoyage du corps	Bornes protégées		Averti	
	Bornes non protégées, pose protection obligatoire	$U \leq 60 \text{ Vcc}$	Averti	
		$U > 60 \text{ Vcc}$	B2XL opération batterie	B1XL opération batterie
Nettoyage connectique connexion-déconnexion	Connectique IP 2X		Averti	
	Connectique non IP 2X	$U \leq 60 \text{ Vcc}$ $C \leq 180 \text{ Ah}$	Averti	
		$U \leq 60 \text{ Vcc}$ ou $180 \leq C \leq 275 \text{ Ah}$	B2XL opération batterie	B1XL opération batterie
		$U > 60 \text{ Vcc}$ ou $C > 275 \text{ Ah}$	B2TL	B1TL

* 1 Attribut : Dépannage/remorquage, contrôle technique, crash test ou déconstruction.

OPERATIONS SUR SUPERCONDENSATEURS

TYPES OPERATIONS	ETATS DES BORNES	RESTRICTIONS	RESPONSABLE	EXECUTANT
Connexion Déconnexion Nettoyage Manipulation	Bornes protégées IP 2X		Averti	
	Connectique non IP 2X	Décharge préalable avec dispositif spécifique	B2XL opération batterie	B1XL opération batterie

AUTRES OPERATIONS - OPERATIONS SUR PILES COMBUSTIBLES

TYPES OPERATIONS	ETATS DES BORNES	CARACTERISTIQUES	RESPONSABLE	EXECUTANT
Connexion Déconnexion Nettoyage Manipulation	Bornes protégées IP 2X		Averti	
	Bornes non protégées,	$U \leq 60 \text{ Vcc}$	Averti	
		$U > 60 \text{ Vcc}$	B2XL opération batterie	B1XL opération batterie

AUTRES OPERATIONS - OPERATIONS SUR EQUIPEMENTS

CONNECTIQUES	CARACTERISTIQUES	PROTECTION DES SECURITE	RESTRICTIONS	RESPONSABLE
Connectiques protégées				Averti
Connectiques non protégées	$U > 60 \text{ Vcc}$			$\text{B2L, B2VL, B2TL selon l'environnement et l'opération}$
	$U \leq 60 \text{ Vcc}$ $C > 180 \text{ Ah}$	Circuits protégés	Fusibles $> 50 \text{ A}$	$\text{B2L, B2VL, B2TL, selon l'environnement et l'opération}$
			Fusible $\leq 50 \text{ A}$	Averti
	$U \leq 60 \text{ Vcc}$ $C \leq 180 \text{ Ah}$			Averti



Imexco

CHAPITRE XVIII

CONDUITE A TENIR

EN CAS

D'ACCIDENTS ET INCENDIES

SUR

VEHICULES ELECTRIQUES V.E.E.E





CONDUITE A TENIR

En cas d'accident sans Blessé

1) EVITER LE SUR-ACCIDENT ELECTRIQUE

Mise en sécurité

Cette procédure est autorisée lorsque la consignation n'est pas techniquement possible, il faut :

- Identifier le véhicule/engin,
- Procéder à l'analyse du risque,
 - Atteinte à la carrosserie ou autre,
 - Présence de pièces nues...
- Mettre en œuvre les mesures de sécurité adéquates,
 - Mettre des pancartes : indicateur de danger...
 - Baliser le véhicule à 3 m autour
 - Utiliser les EPI,
 - Protection par nappes isolantes des pièces nues,
 - Mettre hors tension en coupant le contact si possible,
 - Ouvrir les dispositifs de sécurité si possible.

2) DONNER L'ALERTE

Appeler le **18** (pompiers) ou le **15** (SAMU)

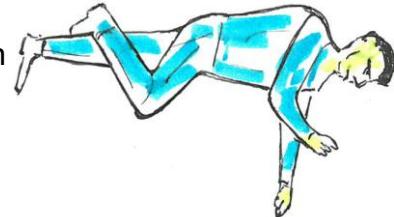


En cas d'accident avec Blessés

3) PORTER SECOURS

Dégager l'accidenté

Après avoir mis hors tension, ou si cette mise hors tension n'est pas réalisée, s'équiper soi-même de matériel isolant, avec l'équipement de protection adapté.

Effectuer les gestes de secours

Ces gestes doivent être effectués si possible par des personnes formées au secourisme, notamment SST (Sauveteur Secouriste du Travail).



Toute personne électrisée, ou supposée, doit subir un examen médical le plus rapidement possible.

En cas d'un véhicule/engin accidenté en contact avec une ligne électrique

- Se protéger avec les EPI adaptés,
- Veiller à la sécurité des Tiers,
- Mettre en sécurité le véhicule.
- Interdiction aux occupants de sortir,
- Interdiction aux secours de s'approcher tant que l'Exploitant du réseau n'aura pas donné son accord, sauf si les secouristes ont les moyens et les compétences de le faire

En cas de dégagement de fumée

En cas de dégagement de fumée des coffres de la batterie,

- donner l'alerte et
- évacuer.

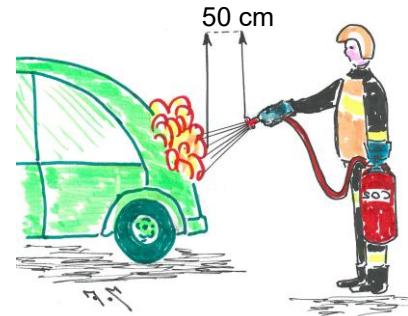
 **En cas d'inhalation de fumées (qui sont très toxiques),
passer un examen médical le plus rapidement possible.**

En cas d'incendie

■ FEU NAISSANT

En cas d'incendie, sur un véhicule électrique, il faut :

- Donner l'alarme
- Combattre le feu.



PRESCRIPTIONS GENERALES

Mettre hors tension l'appareil en feu et éventuellement toute l'installation :

- Se munir de moyen protection contre les gaz toxiques,
- Fermer les ouvertures,
- Ouvrir les exutoires de fumées,
- Combattre le feu à l'aide des dispositifs d'extinction sur place

Extincteurs :



⚠ 1) à neige carbonique CO₂,

Attaquer directement la base des flammes,

⚠ 2) à eau pulvérisée

Rabattre lentement le jet de pulvérisation sur la base des flammes,

⚠ 3) à poudre,

Attaquer le feu à la base des flammes, afin de les étouffer.



**Attention, les jets bâtons sont interdits.
Utiliser obligatoirement un diffuseur NFS-61-620**

■ FEU INSTALLE

L'intervenant doit **EVACUER** et **ALERTER** les secours spécialisés.



□ PRESCRIPTIONS COMPLEMENTAIRES CONCERNANT LES EXTINCTEURS

Distance minimale entre l'extincteur et les parties actives du véhicule / engin :

0,5 mètre

□ PRESCRIPTIONS COMPLEMENTAIRES CONCERNANT LES LANCES DE PULVERISATEURS

N'utiliser que des lances équipées de diffuseurs haute tension (DHT) conformes à la Norme NF S 61 – 820.

Respecter la distance minimale :

0,5 mètre des parties actives du véhicule / engin

L'utilisation des lances est avant tout l'affaire des spécialistes.

Le jet bâton est interdit.

□ PRESCRIPTIONS COMPLEMENTAIRES CONCERNANT LES BATTERIES

Une batterie endommagée suite à un accident ou un incendie, peut devenir très dangereuse par une réaction chimique se développant à l'intérieur.

Les Opérateurs doivent prendre en compte ce risque pour l'analyser.

NOTA : Il est souhaitable que les Opérateurs dédiés à ce genre d'intervention (accident / incendie) soient formés **SST** (sauveteurs, secouristes du travail).



Imexco

CHAPITRE XIX

ANNEXE R 100

 Cette annexe R 100 qui découle de la Norme ISO 6469, ne fait pas partie intégrante de la Norme NF C 18-550.

REGLEMENT R 100 (Partiel)

Principaux aspects liés à la sécurité de la R100 et normes ISO

1. Protection contre les contacts directs :

- définition de niveaux de tensions (issus de la norme ISO 6469-3). On peut remarquer que ces seuils sont différents de ceux utilisés par l'UTE 18-510 et 18-550 (domaine TBT à 120V DC ou 50V AC).
- protection contre les chocs électriques directs : exigence de niveau de protection IP, en fonction de l'emplacement (habitacle ou extérieur)
- marquage spécifique pour les éléments dont la tension est de classe B
- câbles pour tension de classe B isolés et de couleur orange.

2. Protection contre les contacts indirects :

- toutes les parties conductrices apparentes sont reliées à la masse du véhicule (la masse du véhicule doit être reliée à la terre lors de la charge).
- circuit haute tension isolé de la masse du véhicule (résistance d'isolation = 100X la tension de fonctionnement en DC et 500X en AC).

3. Sécurité fonctionnelle

- impossibilité de déplacer un véhicule en charge.
- l'information du mode drive doit être remontée au conducteur.
- 2 actions distinctes nécessaires pour passer de l'arrêt au mode drive (ex : pédale de frein + bouton "start" pour la Prius 2)
- 2 actions distinctes nécessaires pour passer de marche avant à arrière et réciproquement.
- 1 action nécessaire pour passer de marche à arrêt.
- Protection contre les pannes (ISO 6469) : une panne doit mettre le véhicules dans un état l'interdisant d'avancer.

4. Protection de la batterie (ISO 12405 et ISO 6469)

- essais de fiabilité : chocs thermiques, de vibration et d'humidité.
- tenue aux courts-circuits, surcharge et sous-chARGE.
- protection contre l'accumulation des gaz.
- résistance d'isolation minimum 100 Ohm/V en DC et 500 Ohm/V en AC.
- résistance au crash :
- protection des occupants (mouvements limités autorisés). Pas de fuite d'électrolyte.
- protection des tiers (pas d'éjection de la batterie) hors du véhicule.
- système d'alimentation protégé des courts circuits.
- **une seconde après la déconnexion** de la prise de charge, la tension aux bornes doit être inférieure aux seuils de la classe A.

5. Tenue aux chocs

Suite à un accident, au moins un des critères suivants doit être vérifié :

- entre 5 et 60 s après le choc, la tension du bus haute tension doit être inférieure aux seuils de la classe A.
- entre 5 et 60 s après le choc, l'énergie totale disponible sur le bus haute tension est inférieure à 2 Joules (limite les conséquences d'un court-circuit).
- le câblage du véhicule doit rester protégé au niveau IP XXB après impact et les éléments de protection du bus haute tension restent reliés à la masse du véhicule.
- les éléments haute tension du véhicule doivent rester protégés au niveau IP XXB et la résistance d'isolation doit être au minimum de 100 Ohm/V en DC (500 si les circuits DC et AC ne sont pas protégés galvaniquement) et 500 Ohm/V en AC