

## Points de charge mode 3 pour véhicules électriques: Choix de l'interrupteur différentiel.

### 1 Introduction

Un point de charge pour véhicule électrique (VE) doit, entre autre, être protégé contre les contacts indirects. Dans cet article nous parlerons de la protection des points de charge de Mode 3 à l'aide d'un interrupteur différentiel (diff) (§5). Un point de charge Mode 3 est un équipement prévu uniquement pour la recharge des VE en courant alternatif (AC)

Dans le cas qui nous concerne, les normes relatives aux infrastructures de charge<sup>1</sup> exigent que chaque point de charge Mode 3 soit protégé pour un différentiel à part de max. 30mA. Exemple : une borne de charge équipée de deux prises de charge devra être protégée par deux diff's en parallèle, un pour chaque prise.

Le ou les diff's peuvent être intégrés dans la borne et ne doivent donc pas être systématiquement prévu en supplément.

Le diff doit répondre aux caractéristiques du type A (donc pas de diff type AC) mais un diff type A n'est pas suffisant (§6). Cet article explique ce qu'il est nécessaire d'installer en plus.

Par souci d'exhaustivité, nous mentionnons qu'un point de charge peut également être protégé contre les contacts indirects sur la base du principe de séparation électrique. Nous ne développerons pas ce sujet dans cet article.

### 2 En pratique

Dans le §6 il est expliqué qu'un diff de type A ne convient pas pour protéger un point de charge. Petit résumé : un chargeur de véhicule électrique (VE) comporte un redresseur, et cas de fuite en aval de ce redresseur dans le véhicule, le courant de fuite peut être continu. Actuellement et selon les normes<sup>2</sup> un diff de type A n'est pas conçu pour détecter un courant de fuite contenant plus de 6 mA DC. Les normes ne garantissent pas qu'un courant constant plus e 6 mA DC activera le déclenchement. De plus, de tels courants de fuite rendent le différentiel « aveugle » Cela signifie qu'il ne réagira plus correctement quand un courant de fuite dans un autre circuit aurait dû le faire normalement déclencher.

Les solutions adaptées sont les suivantes :

- soit un diff type A de max. 30 mA combiné à un appareil que nous appellerons dans cet article un Diff-6mA-DC (§ 6.3)
- soit un diff de type B de max. 30 mA (§ 6.2).

Ils peuvent se trouver dans la borne même, et ne doivent donc dès lors pas être prévus dans le circuit électrique.

Abordons maintenant deux questions:

- Que se passe-t-il avec un diff en amont ?
- Que se passe-t-il si le diff de protection du point de charge se trouve au début de l'installation ?

### 3 Différentiel en amont

Quand, en amont d'un diff. qui sécurise un point de charge, se trouve un autre diff, alors la question est de savoir si un courant de fuite DC de plus de 6 mA peut circuler par cet autre diff. Et si oui, à quelles conditions

Nous aborderons plusieurs situations possibles:

<sup>1</sup> IEC 61851-1:2017 et HD 60364-7-722:2016

<sup>2</sup> Un diff. type A doit satisfaire à la norme IEC 61008-1 (diff.) ou IEC 61009-1 (diff.-disjoncteurs).

### 3.1 Un point de charge protégé par un diff type A de 30 mA et un Diff-3mA-DC

Dans le cas d'un seul point de charge protégé par un diff type A de 30 mA et un Diff-6mA-DC, le diff type A en amont peut rester en place. Le Diff-6mA-DC coupera immédiatement tout courant de plus de 6 mA DC qui transiterait par lui. (Figure 1)

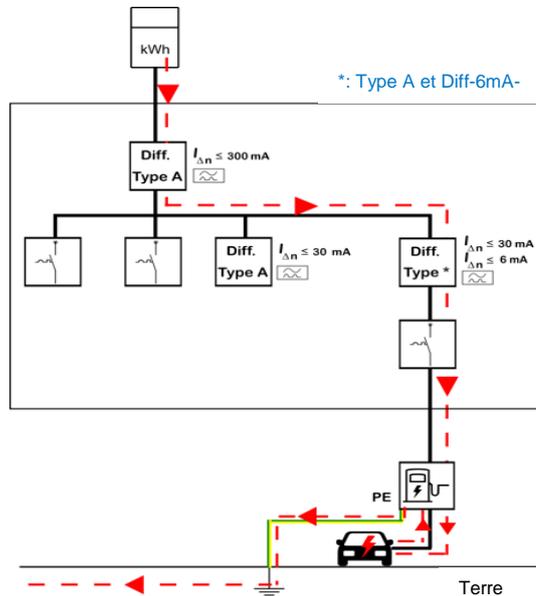


Figure 1: Diff. en amont d'un point de charge protégé par un diff type A de 30 mA et un Diff-6mA-DC (Type \* dans la figure)

Les pointillés rouges illustrent le courant de fuite en cas de défaut d'isolation dans le VE. Le circuit se ferme via la terre locale et la liaison à la terre du réseau de distribution. (Non illustré)

### 3.2 Plusieurs points de charge chacun protégé par un diff type A de 30 mA et un Diff-6mA-DC

Dans le cas d'un diff en amont de deux (ou plus) points de charge chacun protégé par un diff type A de 30 mA et un Diff-6mA-DC, un type A seul en amont n'est plus suffisant. (Figure 2) En effet, il est possible que les deux points de charge subissent un défaut d'isolation qui créerait un courant de par exemple 5 mA DC chacun. Les différentiels protégeant les points de charge ne déclencheraient pas forcément, ce qui exposerait le diff type A en amont à un courant de fuite supérieur à 6 mA DC. Comme expliqué précédemment cela constitue un problème.

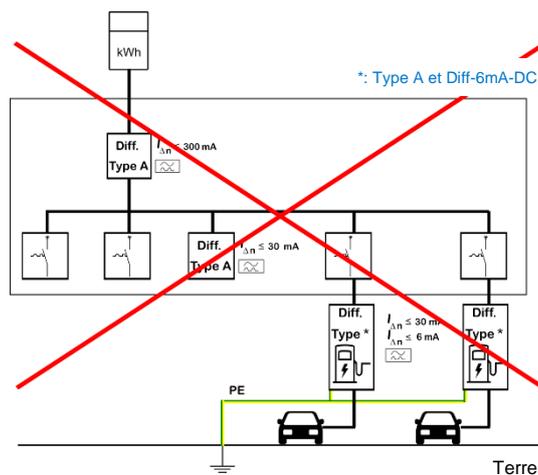


Figure 2: Non autorisé : Un diff type A en amont de plus de 2(ou plus) points de charge protégés par un diff type A et un Diff-6mA-DC chacun.(type \* dans la figure)

Il y a plusieurs solutions possibles: le diff type A en amont peut être :

- remplacé par un diff type A avec Diff-6mA-DC intégré. (Figure 3)
- ou complété par un Diff-6mA-DC en plus
- ou remplacé par un diff. type B.

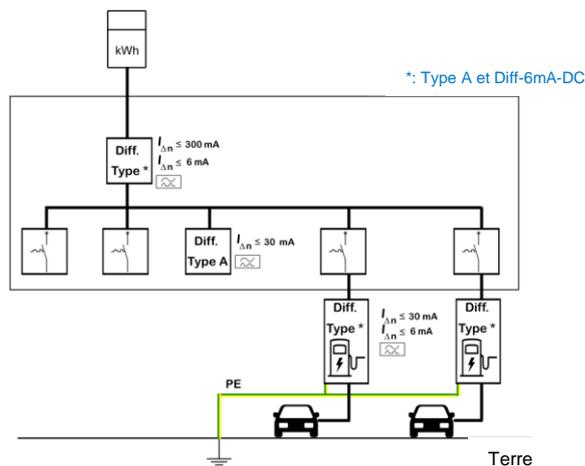


Figure 3: Diff. type A de 300 mA et Diff-6mA-DC en amont de 2 points de charge chacun protégé par un diff. type A de 30 mA et un Diff-6mA-DC (type \* dans la figure)

### 3.3 Situation 3: un ou plusieurs points de charge protégés par un diff. type B de 30 mA.

Dans une installation résidentielle, chaque diff en amont d'un diff type B doit aussi être de type B. (Figure 4).<sup>2</sup>

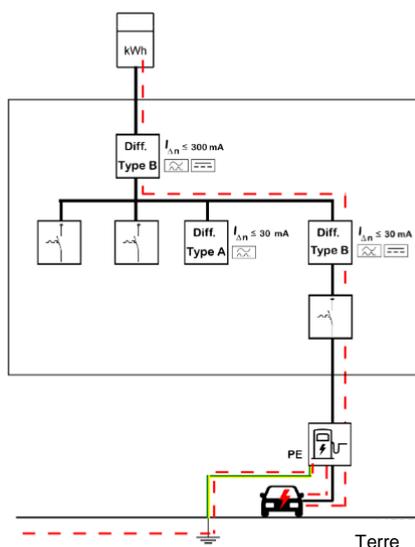


Figure 4: Diff. En amont d'un point de charge protégé par un diff. type B.

Dans une installation autre que résidentielle, un diff type A complété par un Diff-6mA-DC en amont peuvent être utilisés dans certains cas, mais seulement si la raison pour laquelle un diff. de type B a été sélectionné en aval concerne des courants de défaut CC possibles et non, par exemple, parce que le courant de défaut peut contenir une distorsion harmonique ou une fréquence supérieure à 50 Hz. (§6.2).

<sup>3</sup> Dans le RGIE art. 85.02 Il est stipulé que les diff.'s dans les installations électriques des locaux domestiques doivent être de type A. Dans la note 75 du SPF Economie aux organismes agréés, il est mentionné que les diff.'s de type B sont également autorisés et que les diff.'s en amont d'un type B doivent toujours être de type B

#### 4 Différentiel au début de l'installation.

Il est également autorisé de brancher le point de charge directement sur un départ du tableau principal.

Pour le circuit alimentant le point de charge, il y a deux possibilités :

- soit un diff type A de max 30 mA en combinaison avec un Diff-6mA-DC (Fig.5 gauche)
- soit un diff type B de max 30 mA (Fig. 5 droite)

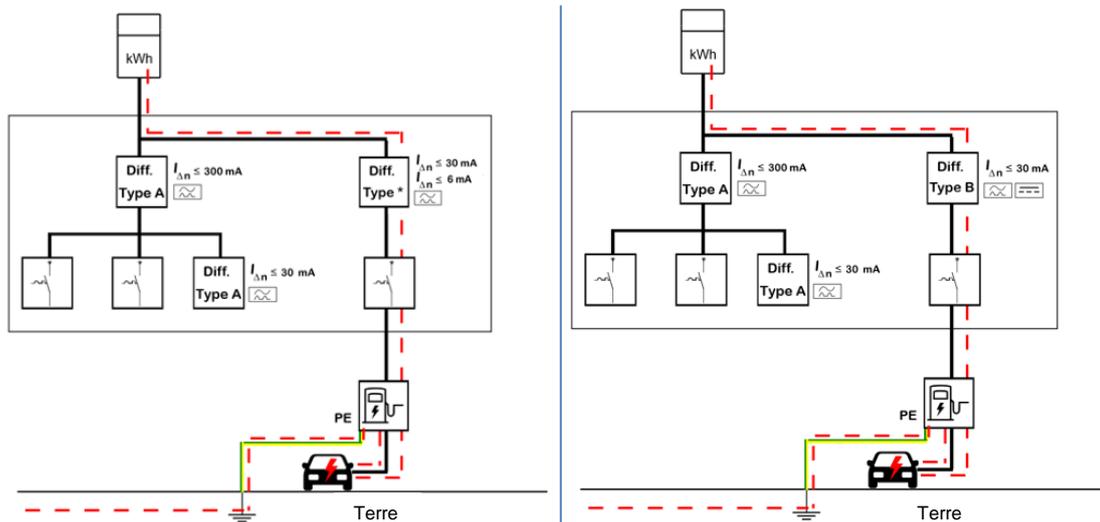


Figure 5: Circuit du point de charge directement branché au tableau divisionnaire principal  
gauche: diff. type A 30 mA et Diff-6mA-DC – droite: diff. type B 30 mA

Ceci assure immédiatement une sélectivité horizontale entre les circuits.

Cependant, les exigences suivantes du RGIE doivent être prises en compte:

##### 4.1 Sectionneur principal

[...] un interrupteur-sectionneur doit être placé sur le tableau principal pour permettre l'interruption simultanée de toutes les phases et, si nécessaire, du conducteur neutre. Son ampérage nominal a été ajusté à l'installation, sans être inférieur à 25 A.

Cependant, la fonction de l'interrupteur-sectionneur général peut être assurée par le disjoncteur général s'il est conçu pour assurer le sectionnement.<sup>4</sup>

Si l'interrupteur général du tableau peut servir à cette fin, il est permis d'utiliser plus d'un diff. en parallèle au début de l'installation.

##### 4.2 Scellement

Si l'article 86 du RGIE est d'application, il doit se trouver au moins un diff au début de l'installation.<sup>2</sup> Ce ou ces diff(s) doivent être scellés.

L'article 86 du RGIE est d'application dans les locaux et endroits domestiques. Il est également d'application dans les entreprises qui ne disposent pas de personnel averti (BA4 ou BA5)<sup>2</sup> à moins qu'un accord préalable existe avec un organisme agréé.

<sup>4</sup> RGIE art. 248 TABLEAUX DE REPARTITION (OUVERTS OU EN COFFRETS) 02. COUPEURE

<sup>5</sup> RGIE art. 86 PROTECTION CONTRE LES CHOCS ELECTRIQUES PAR CONTACTS INDIRECTS DANS LES LOCAUX OU EMPLACEMENTS DOMESTIQUES 07 Protection des circuits en général

<sup>6</sup> RGIE art. 87 PROTECTION CONTRE LES CHOCS ELECTRIQUES PAR CONTACTS INDIRECTS DANS LES LIEUX DE TRAVAIL DES ETABLISSEMENTS NE DISPOSANT PAS DE PERSONNES AVERTIES OU QUALIFIEES AU SENS DE L'ARTICLE 47 (BA4 OU BA5)

### 4.3 Courant nominal

Les diff placés au début d'une installation domestique *doivent avoir comme caractéristique un courant nominal acceptable de 40A<sup>2</sup>*

### 4.4 Indication "3000 A, 22,5 kA<sup>2</sup>s"

Dans une installation domestique, les diff doivent porter la mention "3000 A, 22,5 kA<sup>2</sup>s" a moins que le courant nominal soit supérieur à 40 A<sup>2</sup>

Ceci est d'application pour chaque diff qui se situe en amont du premier disjoncteur (ou fusible). Mais dans les faits, ceci est valable pour chaque diff se trouvant dans le tableau divisionnaire principal parce que le courant de court-circuit théorique calculé est le même pour l'entièreté du tableau.

## 5 Protection contre les contacts indirects avec un diff.

Les contacts indirects cela vous dit quelque chose ? Prenons par exemple un appareil électrique protégé par un matériau conducteur. La protection ne se trouve normalement pas sous tension, mais suite à un défaut d'isolation de l'appareil cela peut être le cas. Si quelqu'un touche la protection à ce moment-là, il recevra un choc électrique. Le jargon technique pour décrire ce cas est « contact indirect » : le fait de toucher une partie sous tension qui ne n'est pas en temps normal. Sous une tension de 230 V cela peut s'avérer mortel. Il faut donc prendre de mesures pour contrer cela.

Une mesure de protection contre les contacts indirects très répandue est l'utilisation d'un interrupteur différentiel automatique. (diff)

Un diff est toujours associé à un conducteur de protection (PE) et un schéma de liaison à la terre (TT ou TN-S). Dans un réseau TN-C, un diff ne peut jamais être utilisé et une autre mesure de protection contre les contacts indirects doit être utilisée.

En cas de défaut d'isolation, un courant circule dans le PE que nous appellerons courant de défaut. Le diff réagira dans ce cas-ci avec un courant supérieur à son pouvoir de coupure.

## 6 Les différents courants de défaut et type de différentiels.

Comme pour tous les courants, un courant de défaut peut prendre différentes formes. Ce n'est pas toujours un courant alternatif de 50 Hz sans distorsion. Le type de diff doit être choisi en fonction du type de courant de défaut auquel il peut être soumis. De ce fait, tous les types de diff ne fonctionnent pas correctement pour chaque courant de défaut.

Lors de la charge d'un véhicule électrique (VE) via un point de charge Mode 3, le courant alternatif du réseau est transformé en courant continu. Lorsqu'un défaut d'isolation apparait après le redresseur, le courant de fuite peut présenter une composante continue. Dès lors, nous devons tenir compte de cela pour le choix du type de diff<sup>2</sup>

Dans de tels cas, un diff type A (§6.1) seul ne convient pas. Selon les normes, il n'est pas conçu pour fonctionner avec des courants de fuite contenant une composante continue de plus de 6 mA DC. De plus un tel courant de défaut peut aveugler le diff qui ne réagira pas si un défaut apparait dans un autre circuit alors qu'il aurait normalement dû réagir.

Une bonne solution est l'utilisation d'un diff type B (§6.2) ou d'un type A en combinaison avec un dispositif qui se déclenche avec un courant de fuite de 6 mA DC (§6.3).

<sup>7</sup> RGIE art. 85 LES DISPOSITIFS DE PROTECTION A COURANT DIFFERENTIEL RESIDUEL 02. Choix des dispositifs

<sup>8</sup> RGIE art. 251 COUPE-CIRCUIT A FUSIBLES ET DISJONCTEURS 05. Pouvoir de coupure

<sup>9</sup> RGIE art. 85.07

## 6.1 Diff. type A

Selon les normes<sup>2</sup> un diff type A doit réagir correctement aux courants suivants:

- un courant alternatif pur
- un courant DC pulsé (qui passe par 0)
- la combinaison d'un courant continu pulsé avec une composante pure DC de maximum 6 mA

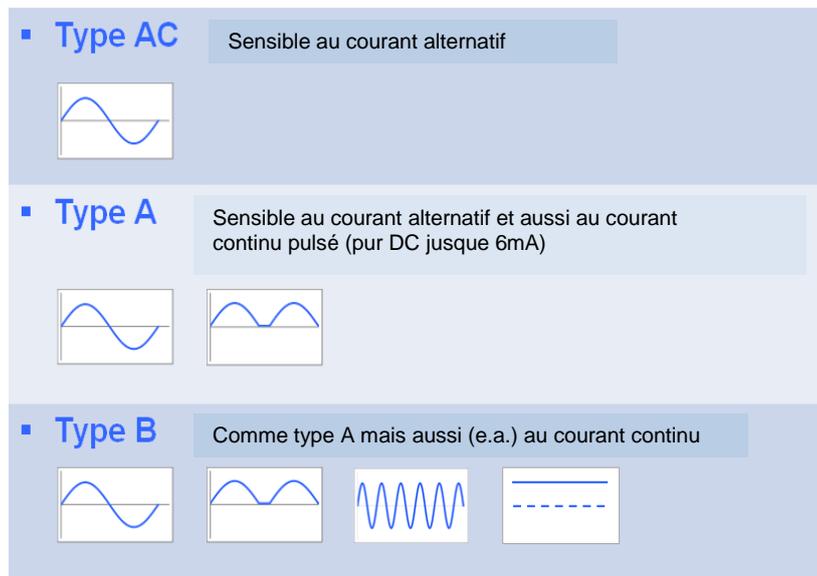


Figure 5: Les différents types de diff et les courants pour lesquels ils sont adaptés

Il en résulte qu'un diff type A ne peut pas être utilisé dans des installations où un courant de défaut contenant plus de 6 mA DC est susceptible d'exister, car les normes ne garantissent son fonctionnement correct.

## 6.2 Diff. type B

En plus de réagir sur les courants alternatifs et courant DC pulsé, les diff type B réagiront également sur les courants de défaut<sup>3</sup> suivants:

- courant alternatif avec harmoniques, avec un appareil connecté entre une phase et le neutre.
- courant alternatif jusque 1000 Hz
- courant alternatif combiné à une composante DC jusqu'à 0,4 x le courant de coupure nominal  $I_{\Delta n}$
- courant continu pulsé combiné à une composante DC pure jusqu'à 0,4 x  $I_{\Delta n}$  ou 10 mA si c'est supérieur
- courant DC provenant d'un redresseur
  - connecté entre 2 phases
  - connecté entre les 3 phases et éventuellement le neutre.
- courant DC pur

Remarque: les interrupteurs différentiels de type B sont conçus pour les circuits à courant alternatif dans lesquels un courant de défaut continu peut exister. Ils ne sont pas conçus pour les circuits fonctionnant complètement en continu.

## 6.3 Appareils qui se déclenchent sur courant de fuite de 6 mA DC<sup>3</sup>

Il existe sur le marché des appareils qui sont conçus pour se déclencher sur un courant de fuite de 6 mA DC. Ils existent en tant que dispositif séparé ou intégré dans un diff de type A. En Europe, le marque CE doit évidemment y figurer.

Attention, un tel appareil n'est utilisable que si, dans des circonstances normales, aucun courant de 6 mA DC ne peut fuir à la terre, même au démarrage.

En raison de la nature récente de la norme, ces appareils n'ont malheureusement pas encore reçu de nom. Dans cet article, nous les appelons pour l'instant Diff-6mA-DC.

---

## Projet

Cet article a été écrit dans le cadre du projet "Infrastructure de charge pour véhicules électriques (VIS-IV) avec le soutien de :



Dans le cadre de ce projet, Volta travaille à l'élaboration d'une série de modules e-learning sur les infrastructures de charge pour EV, qui seront mis en ligne ultérieurement.

---

<sup>11</sup> Un diff. type A doit satisfaire à la norme IEC 61008-1 (diff.) ou IEC 61009-1 (diff.-disjoncteur).

<sup>12</sup> Un diff. type B doit satisfaire à une des deux normes pour un diff. type A et en plus à IEC 62423.

<sup>13</sup> Ces appareils doivent satisfaire à la norme IEC 62955 concernant les infrastructures de charge pour véhicules électriques. Cela date du 12/03/2018.