



vormelek formelec DOSSIER
PÉDAGOGIQUE



MISE À LA TERRE ET LIAISONS ÉQUIPOTENTIELLES

DANS UNE INSTALLATION ÉLECTRIQUE RÉSIDENIELLE

SOMMAIRE

1. Mise à la terre	3
A quoi sert la mise à la terre?	4
Boucle de terre	5
Electrode de terre	7
Electrode de terre horizontale	7
Electrode de terre verticale	8
Conducteur de terre	10
Borne principale de terre	11
Valeur de la résistance de terre	12
Conducteur principal de protection	15
Conducteur de protection	17
2. Les liaisons équipotentielles?	18
A quoi servent les liaisons équipotentielles?	18
Liaison équipotentielle principale	19
Liaison équipotentielle supplémentaire	21
Comment réaliser des liaisons équipotentielles?	22
Comment faire les liaisons?	23
3. Contrôle de l'installation de mise à la terre	24
Comment mesurer la résistance d'isolement?	24
Comment mesurer la résistance de terre?	25
4. Protection	26
A quoi sert un interrupteur différentiel?	26
L'interrupteur différentiel	27
5. Annexes	29

1. MISE À LA TERRE

A quoi sert la mise à la terre?

Le but principal de la mise à la terre est de protéger les personnes et les biens.

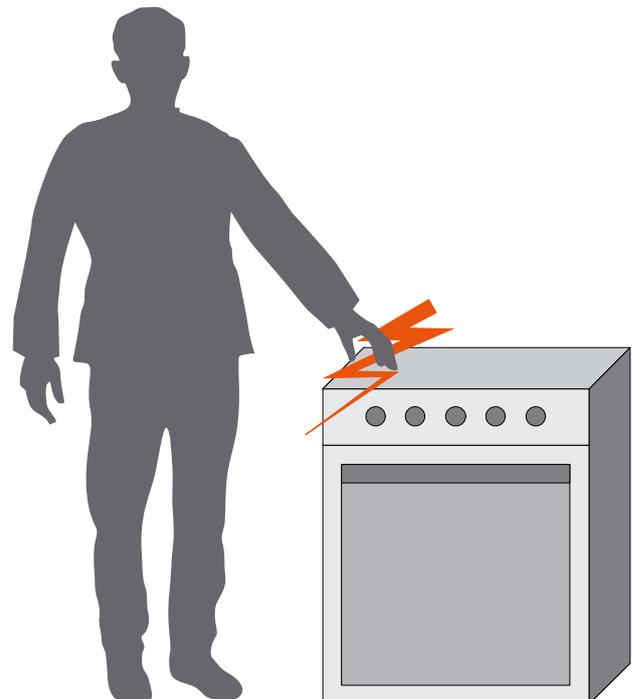
Mise à la terre :

- La mise sous tension d'une masse peut être mortelle.
- La mise à la terre permet d'évacuer le courant de défaut généré par un contact accidentel à la masse.
- Le courant de défaut est détecté et l'alimentation électrique de l'installation est coupée.
- En cas de courant de défaut dans une installation électrique résidentielle, c'est l'interrupteur différentiel qui assure la coupure de l'alimentation électrique.

Pour protéger les personnes et les biens:

- toutes les armatures métalliques des points lumineux ainsi que les socles de prises de courant d'une installation électrique sont reliées à la terre. (*)
- les éléments métalliques des équipements électriques qui ne sont normalement pas sous tension, sont reliés à la terre. Il peut s'agir de lessiveuses, de frigos et d'autres appareils, mais aussi d'éléments conducteurs. (*)

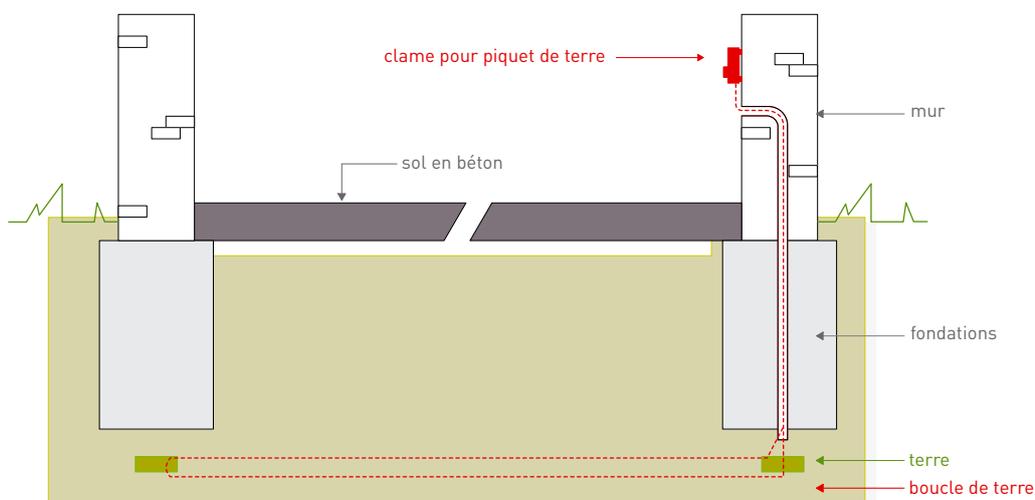
() On évite ainsi qu'un défaut d'isolement ou une autre cause, puisse générer une tension dangereuse par rapport à la terre ou à un autre élément conducteur accessible.*



Boucle de terre

Généralités

Dans tout nouveau bâtiment dont les fondations font au moins 60 centimètres de profondeur, la mise à la terre est réalisée au moyen d'une boucle de terre. Cette boucle doit être placée à fond de fouille, sous les murs extérieurs du bâtiment. La boucle de terre doit être posée directement dans le sol et recouverte de terre afin d'empêcher tout éventuel contact avec les matériaux des murs de fondation (mortier, béton, acier d'armature, ...). Cette protection vise à éviter la corrosion de la boucle de terre. Les extrémités de la boucle de terre doivent rester accessibles et être reliées au sectionneur de terre. Grâce au sectionneur de terre, l'installation électrique peut à tout moment être déconnectée du système de mise à la terre. Ceci permet aussi d'effectuer la mesure de la résistance de dispersion à la terre.



Composition

La boucle de terre se compose d'un conducteur plein, de section circulaire, sans soudure. Ce conducteur peut être composé de différents matériaux, et différentes sections peuvent être utilisées. Comme nous l'avons déjà mentionné, les extrémités de la boucle de terre doivent rester accessibles pour un éventuel contrôle. Dans la mesure du possible, la boucle de terre se composera d'un seul conducteur. L'utilisation de plusieurs conducteurs placés en série est autorisée mais, dans ce cas, les extrémités de chacun des conducteurs et leurs branchements doivent rester accessibles pour un éventuel contrôle (p.ex. par un orifice de visite).

Les conducteurs les plus souvent utilisés sont :

- cuivre nu (électrolytique ETP) de 35 mm²
- cuivre plombé (étamé) de 10 mm² (*)

(*) Principalement utilisé lorsque le terrain dans lequel le conducteur est enfoui n'offre vraisemblablement pas les garanties nécessaires contre la corrosion du cuivre.

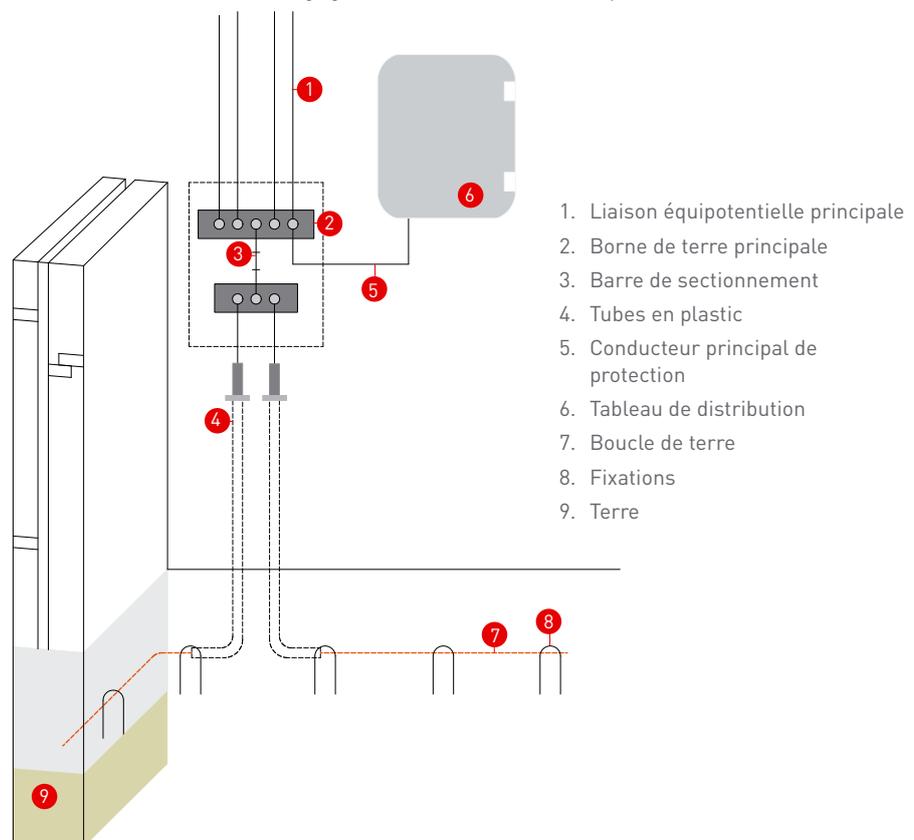
Fixation Toutes les fixations (crochets, ...) utilisées pour ancrer une boucle de terre doivent impérativement être en cuivre ou dans un autre matériau qui ne génèrera pas de corrosion au niveau du cuivre constituant la boucle de terre.

Remarque Posez la boucle de terre après que le fond de fouille ait été creusé. Remontez les extrémités de la boucle de terre à la surface dans des tubes en plastique (p.ex. PVC).

Pourquoi des tubes en plastique?

- Pour protéger le cuivre (pendant les travaux).
- Pour éviter tout contact entre le cuivre et les matériaux constituant les murs de fondation.
- Pour éviter tout contact entre les deux extrémités de la boucle, car ce contact empêcherait les futures mesures de contrôle (p.ex. résistance du fil de cuivre).

Les extrémités et les tubes en plastique sont remontés à la surface à travers les fondations. N'hésitez pas à laisser une belle longueur de tube en surface. Vous laisserez ainsi le sol bien dégagé tout en réduisant le risque de détérioration.



Electrode de terre

Electrode de terre horizontale

Généralités L'électrode de terre horizontale est un conducteur enfoui dans le sol. Elle peut être utilisée quand les couches profondes de la terre ont une structure rocheuse, si bien qu'il est difficile de placer une électrode de terre verticale. L'électrode de terre horizontale doit être enfouie à une profondeur d'au moins 80 centimètres.



Composition L'électrode de terre horizontale se compose d'un conducteur en cuivre massif de forme circulaire, éventuellement gainé de plomb. Le diamètre du conducteur est d'au moins 35 mm².

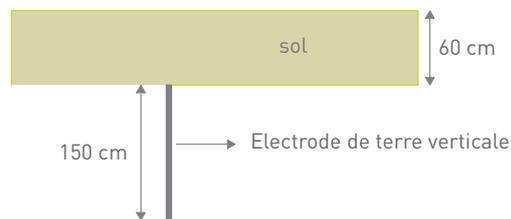


Remarque Les électrodes de terre doivent être utilisées lorsqu'il n'est pas possible de réaliser une boucle de terre ou lorsque la résistance de dispersion n'est pas assez faible.

Electrode de terre verticale

Généralités

L'électrode de terre verticale est une broche, une barre ou un piquet enfoncé dans le sol. Cette forme de raccordement à la terre est économique étant donné qu'elle ne nécessite pas de travaux de terrassement. Un autre avantage est qu'elle permet d'atteindre les couches plus profondes et plus humides du sol. L'électrode de terre verticale doit être enfoncée à une profondeur d'au moins 60 centimètres sous la surface de la terre.



Composition



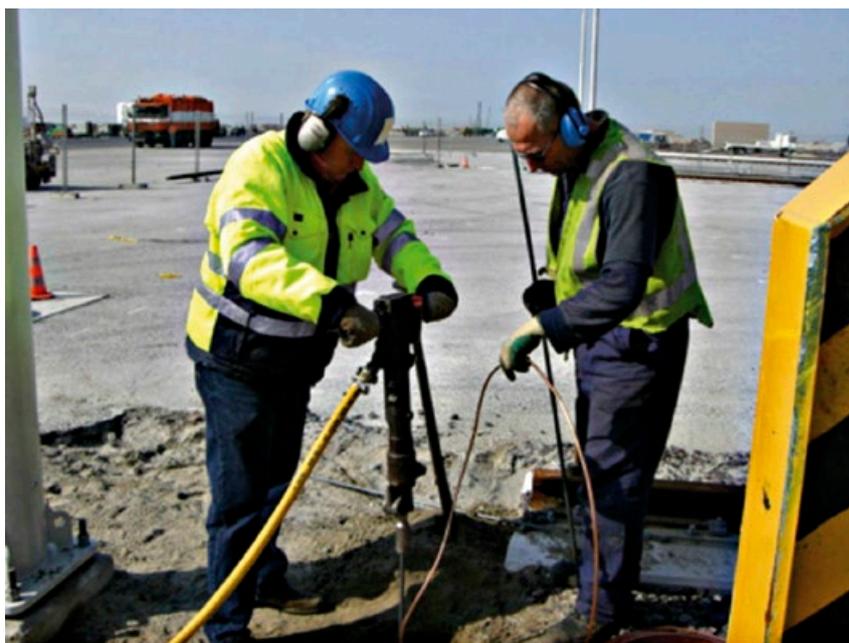
Le piquet de terre peut se composer d'acier galvanisé ou d'un alliage de cuivre. Lorsqu'on utilise un piquet de terre en acier galvanisé, l'épaisseur de l'aile et de l'âme doit être d'au moins 4 millimètres. Avec un piquet de terre en alliage cuivreux, l'épaisseur de l'aile et de l'âme doit être d'au moins 3 millimètres. Dans les deux cas, la longueur minimale du piquet est de 1,5 mètre.

La barre de terre peut se composer d'acier galvanisé ou de cuivre. Lorsqu'on utilise une barre de terre en acier galvanisé, son diamètre doit être de 19 millimètres. Pour une barre de terre en cuivre, le diamètre doit être de 14 millimètres. Dans les deux cas, la longueur minimale est de 1,5 mètre. En présence de filetages, il est possible de coupler plusieurs barres au moyen d'un manchon. Les extrémités des deux barres doivent alors se toucher. Au moment de pénétrer dans le sol, le côté supérieur est doté d'un manchon à vis, dans lequel s'insère une vis à chasser en acier. Le conducteur de terre est branché avec une borne de connexion ad hoc.

Le conducteur enfoui dans la terre se compose de cuivre nu électrolytique. Son diamètre est de 50 mm². Pendant l'enfouissage, l'extrémité du conducteur qui est enfoncée dans le sol est dotée d'une tête d'acier afin de prévenir d'éventuels dégâts. Il est important que le conducteur soit d'une seule pièce.

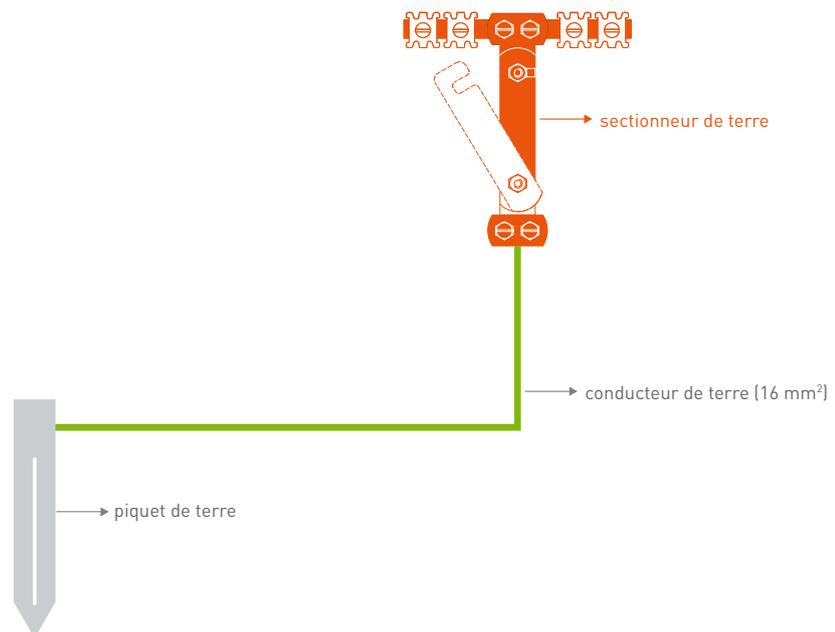
Remarque

L'électrode de terre (ou les électrodes de terre) peu(ven)t être enfoncée(s) manuellement ou à l'aide d'une machine. Le plus souvent, on utilise un marteau électrique ou pneumatique. Pendant les opérations, la résistance de terre est mesurée tous les 3 mètres. Une fois que la valeur adéquate est atteinte, on procède à une mesure de référence. Les valeurs mesurées sont soigneusement consignées dans un rapport de mesure.



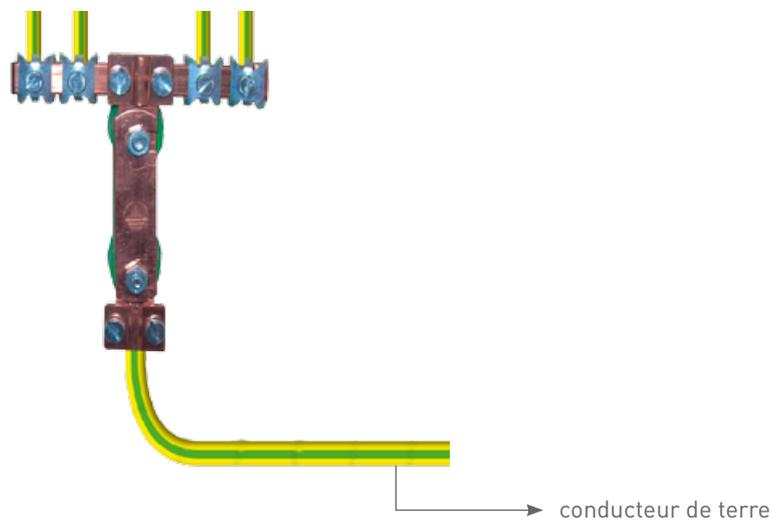
Conducteur de terre

Généralités Le conducteur de terre permet la liaison entre le piquet de terre et le sectionneur de terre.



Composition Le conducteur de terre est un conducteur en cuivre d'une section de 16 mm².

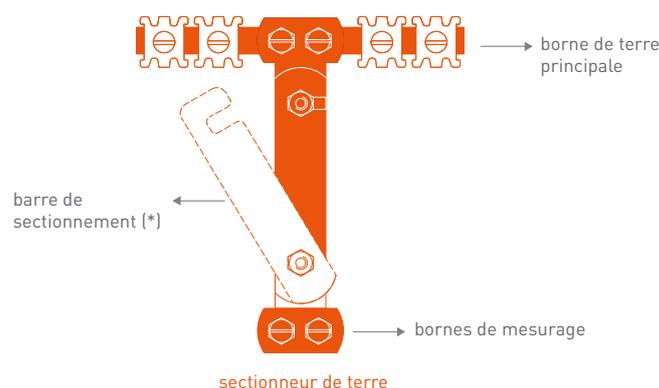
Code couleur Le conducteur de terre est muni d'une gaine isolante de couleur verte/jaune.



Borne principale de terre

Généralités

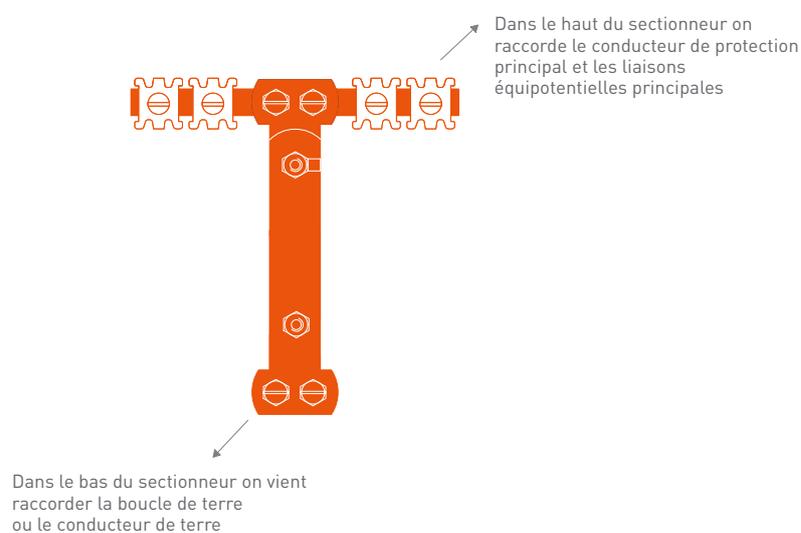
La borne principale de terre est généralement placée à proximité du tableau de distribution. C'est la borne de connexion entre la partie souterraine et la partie en surface de l'installation de mise à la terre.



() Pour pouvoir mesurer la résistance de dispersion, il faut prévoir un dispositif de rupture, qui ne peut être ouvert qu'avec un outillage spécifique.*

Remarque

Dans les installations résidentielles, on utilise généralement un sectionneur de terre en T.



Valeur de la résistance de terre

Généralités

La résistance de terre, également appelée résistance de dispersion, est la résistance (de contact) entre l'électrode de terre et la terre qui l'entoure. Sa valeur se mesure au départ de la barrette de sectionnement. Pour des raisons de sécurité, la résistance de terre doit être la plus faible possible. Dans une installation résidentielle, elle ne doit jamais dépasser 100 Ω .

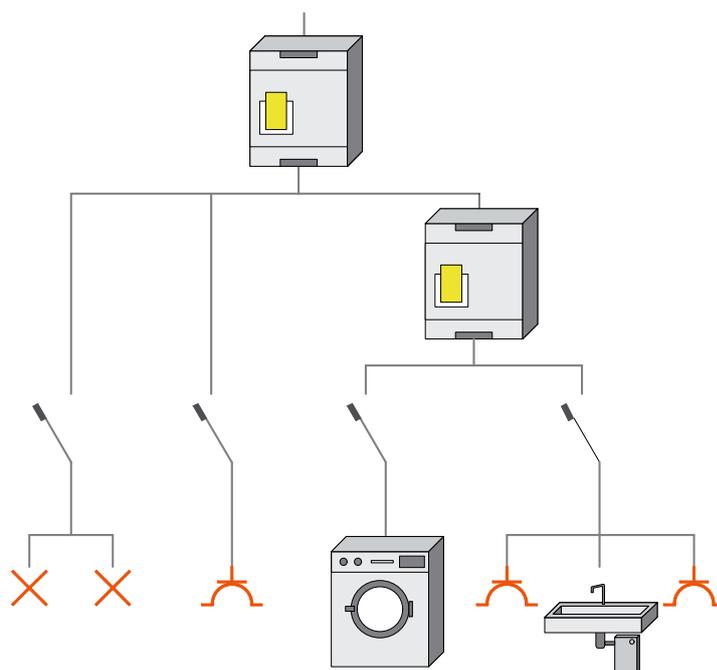
Résistance de terre inférieure à 30 Ω

L'installation est conforme au RGIE à condition que les interrupteurs différentiels (DDR) suivants soient installés.

- Interrupteur différentiel général

Dans une installation électrique résidentielle, le dispositif de protection à courant différentiel résiduel (DDR) doit:

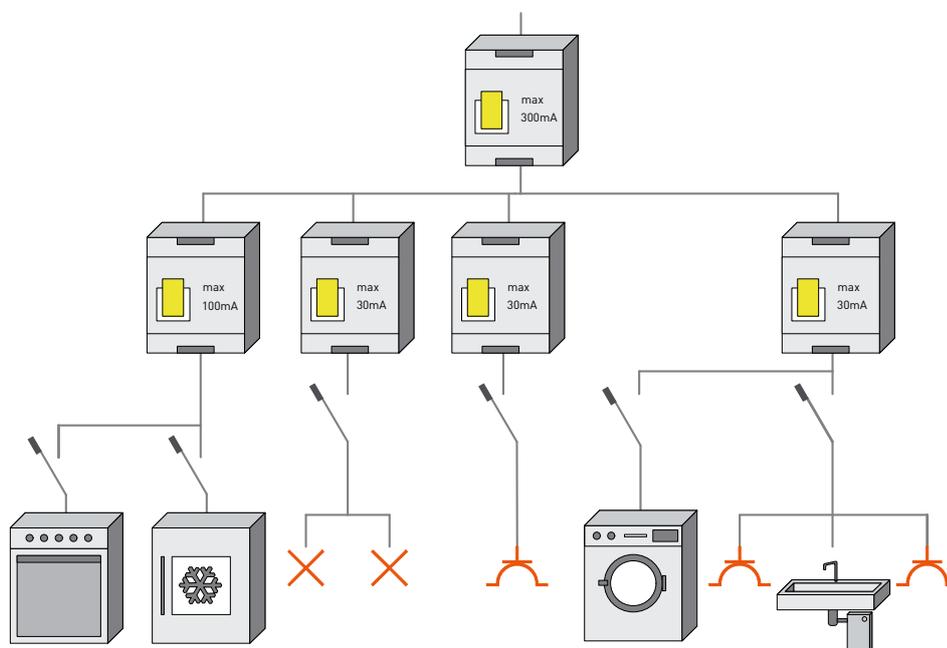
 - être du type A,
 - être placé à l'origine de l'installation,
 - avoir une intensité nominale d'au moins 40 A et un courant différentiel de maximum 30 mA.
- Interrupteur différentiel complémentaire
 - Il doit être placé en tête des circuits d'alimentation de la salle de bains, mais aussi en tête des circuits d'alimentation du lave-linge, du lave-vaisselle et/ou du sèche-linge.
 - L'interrupteur différentiel complémentaire a une sensibilité maximum de 30mA.
 - Il est du type A.
 - Son intensité nominale est adaptée à la totalité de l'installation.



**Résistance supérieure
à 30 Ω mais inférieure à
100 Ω**

L'installation est conforme au RGIE à condition que les interrupteurs différentiels suivants soient installés.

- Interrupteur différentiel général. Il est placé à l'origine de l'installation et a une sensibilité maximum de 300 mA.
- Interrupteur différentiel complémentaire. Il doit être placé sur tous les circuits d'alimentation de la salle de bains (locaux humides) et avoir une sensibilité maximum de 30 mA.
- Interrupteur différentiel supplémentaire: Interrupteur différentiel dont la sensibilité n'excède pas 30 mA, pour les circuits d'alimentation du lave-linge, du lave-vaisselle et/ou du sèche-linge. (Il ne doit pas nécessairement s'agir de deux interrupteurs différentiels de maximum 30mA. Voir RGIE, article 86.)
- Interrupteur différentiel supplémentaire: Interrupteur différentiel dont la sensibilité n'excède pas 30 mA, pour les circuits d'éclairage.
- Interrupteur différentiel supplémentaire: Interrupteur différentiel dont la sensibilité n'excède pas 30 mA par circuit d'alimentation ou groupe de circuits d'alimentation comptant au maximum 16 socles de prise de courant.
- Interrupteur différentiel supplémentaire: Interrupteur différentiel dont la sensibilité n'excède pas 100 mA, pour les circuits d'alimentation de la cuisinière, du congélateur et/ou du réfrigérateur.



() Dans les deux cas, il est permis d'installer une prise murale dans le volume 2, à condition qu'elle soit protégée par un interrupteur différentiel de 10 mA placé en aval de l'interrupteur différentiel complémentaire pour le circuit de la salle de bains (30 mA).*

Résistivité du sol

La résistivité du sol dépend des facteurs suivants:

- la nature et la composition du sol (homogénéité du sol et du sous-sol),
- le degré d'humidité du sol (selon les saisons),
- la température du sol (différence entre sol gelé et sol non gelé).

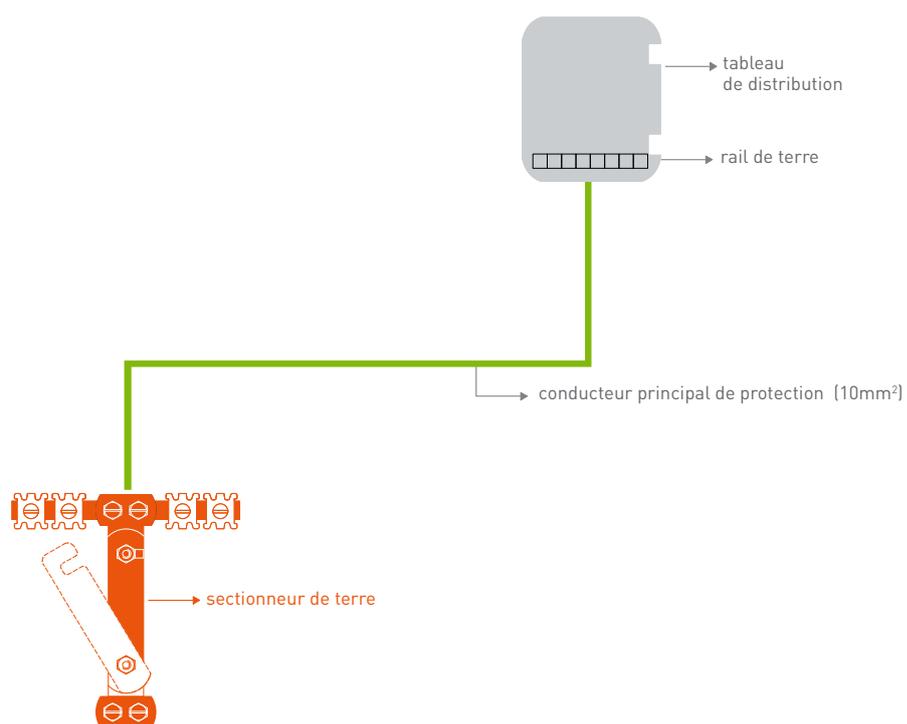
Remarque

Si la résistance de terre est supérieure à 100 Ω , il faut prévoir un/des piquet(s) de terre supplémentaire(s). Sinon, l'installation n'est pas conforme au RGIE et sera refusée. Pour chaque installation de terre, on essaiera donc d'atteindre une résistance de dispersion inférieure à 30 Ω . On évitera ainsi l'extension du tableau de répartition et on limitera quelque peu les dépenses.

Conducteur principal de protection

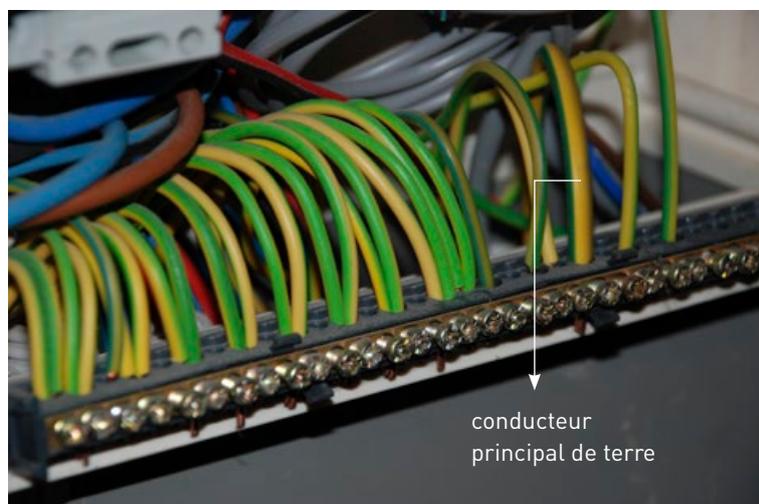
Généralités

Le conducteur principal de protection rend possible la liaison entre la borne principale de terre et la barrette de terre du tableau de distribution.



Code couleur

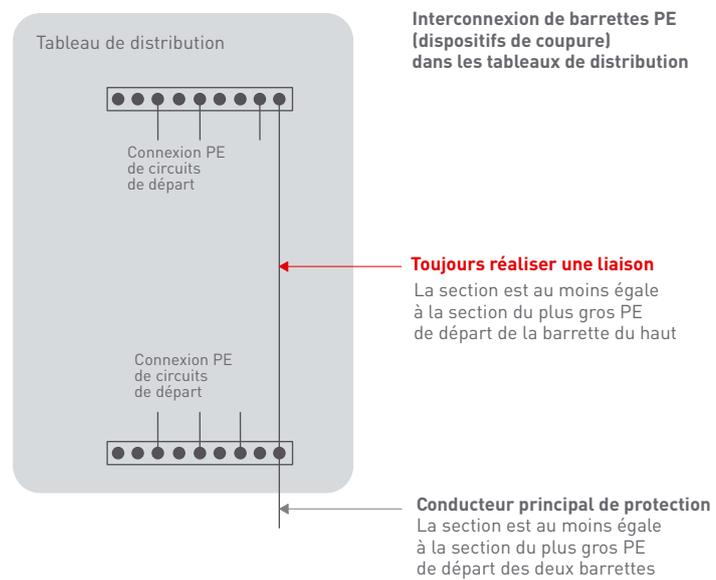
Le conducteur principal de protection est isolé au moyen d'une gaine de couleur verte/jaune.



Composition

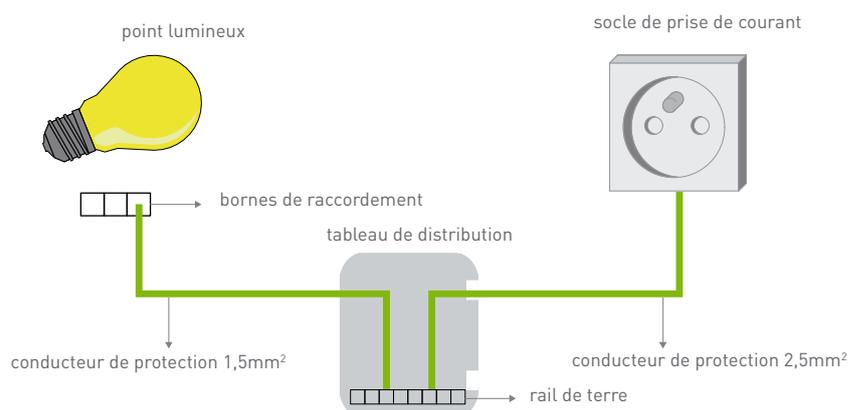
Le conducteur principal de protection est un conducteur en cuivre d'une section de 10 mm².

() Cette section est identique à celle des conducteurs actifs (les conducteurs qui vont du compteur au tableau de distribution).*



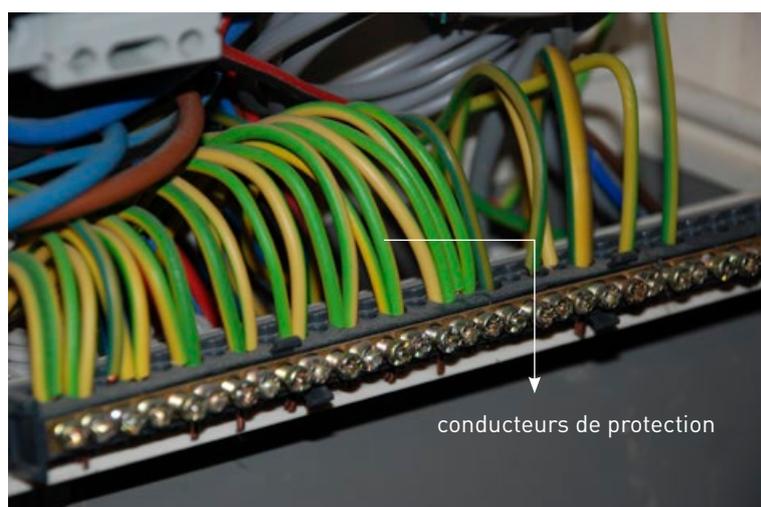
Conducteur de protection

Généralités Le conducteur de protection rend possible la liaison de la barrette de terre du tableau de distribution avec les points lumineux et prises de courant de l'habitation.



Composition Le conducteur de protection est un conducteur en cuivre de section de $1,5\text{mm}^2$ (points lumineux) ou $2,5\text{mm}^2$ (prises de courant ordinaires).

Code couleur Les conducteurs de protection sont isolés par une gaine de couleur verte/jaune.

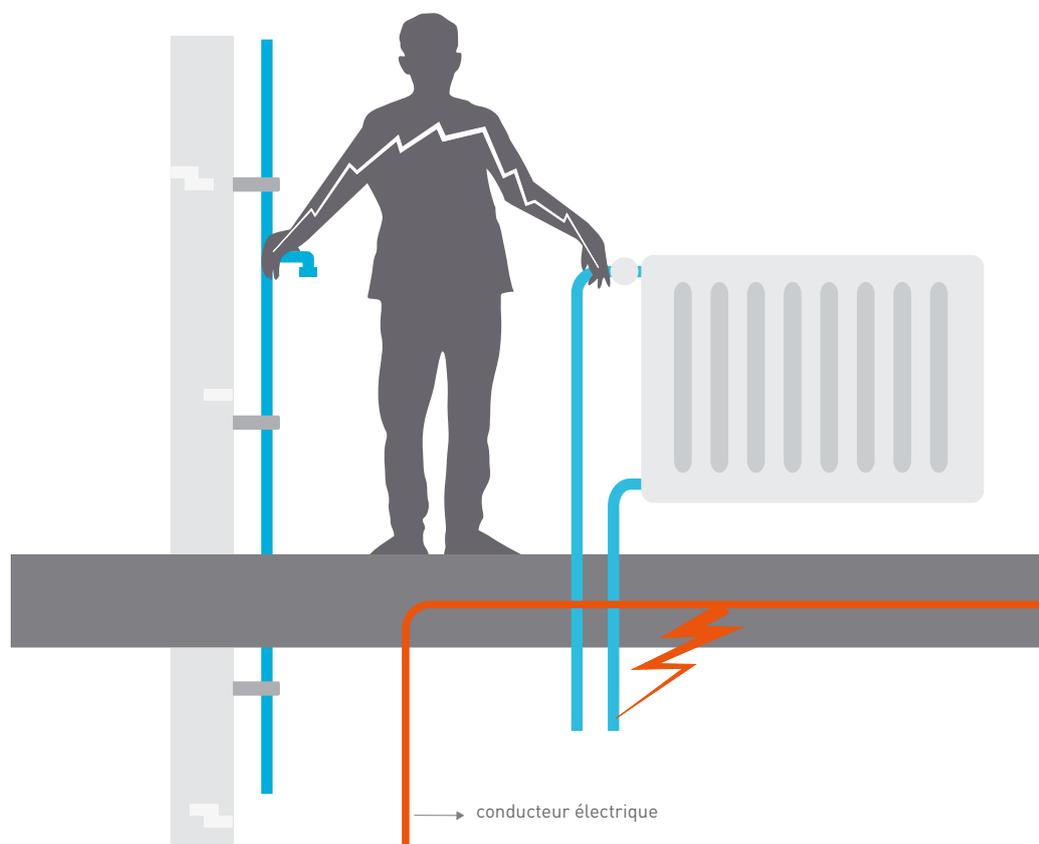


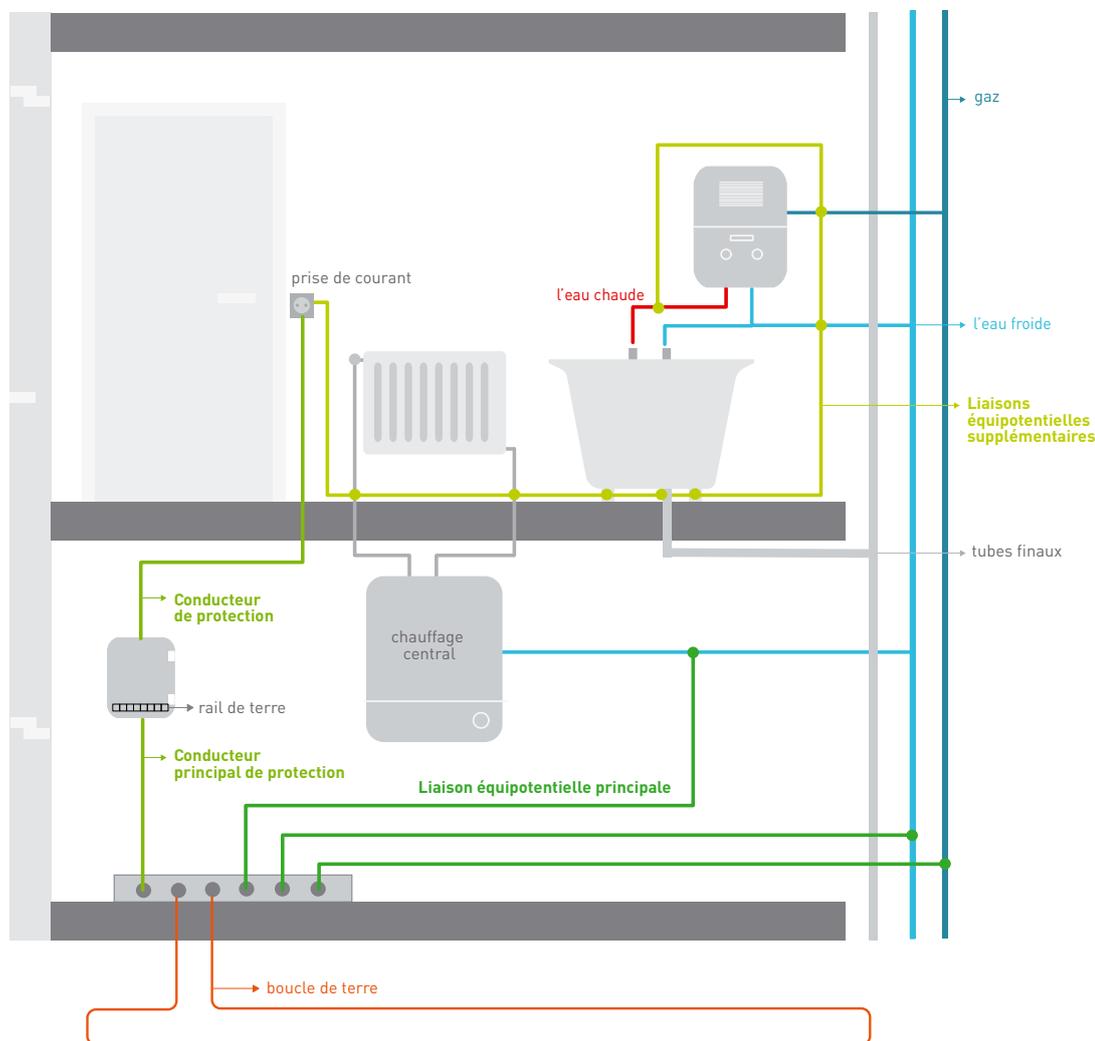
2. LIAISONS ÉQUIPOTENTIELLES

A quoi servent les liaisons équipotentielle?

Le but des liaisons équipotentielle est de protéger les personnes contre l'électrocution.

Pour prévenir le risque d'électrocution, il ne suffit pas d'effectuer une mise à la terre, de prévoir des interrupteurs différentiels ou d'installer un conducteur de protection. Il se peut, par exemple, qu'un tuyau d'une installation de chauffage entre quelque part en contact (direct ou indirect) avec un conducteur électrique, ce qui peut faire apparaître une tension dangereuse entre la tuyauterie et les radiateurs. Grâce aux liaisons équipotentielles, le courant de fuite d'un radiateur ne passera pas dans le corps de celui qui le touche, mais prendra la direction de la terre.





Liaison équipotentielle principale

Généralités

Les liaisons équipotentielles principales partent de la borne principale du sectionneur de terre. Même avec une bonne mise à la terre, il existe toujours un risque de voir apparaître une tension sur les éléments conducteurs qui ne font pas partie de l'installation électrique. Voilà pourquoi les éléments suivants doivent être raccordés à la terre :

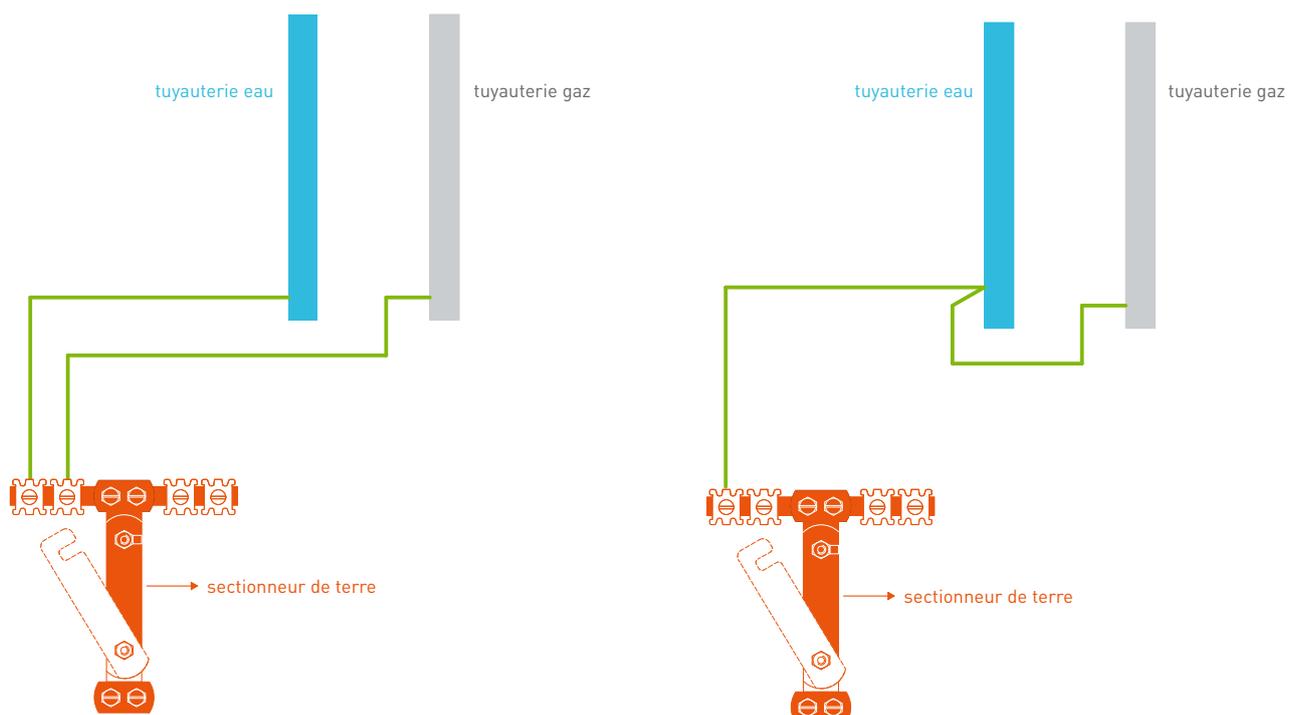
- les conduites principales de gaz et d'eau.
- les conduites principales du chauffage central.
- les parties métalliques accessibles du bâtiment.

Composition La liaison équipotentielle principale se compose d'un conducteur en cuivre d'une section de 6 mm².

Code couleur La liaison équipotentielle principale est isolée au moyen d'une gaine de couleur verte/jaune.



Remarque Les liaisons équipotentielles peuvent être câblées de deux façons: en étoile ou simplement en série. Le conducteur ne peut jamais être interrompu.



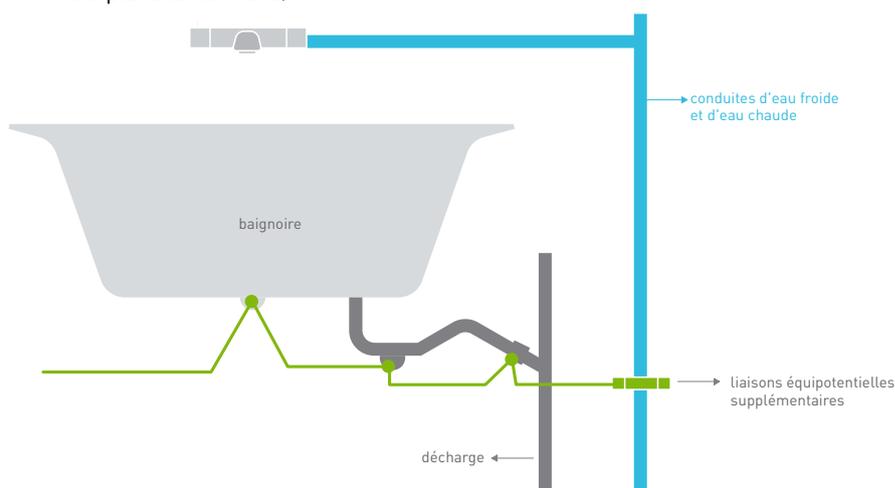
Liaison équipotentielle supplémentaire

Généralités

La salle de bains doit être équipée de liaisons équipotentielles supplémentaires reliant tous les éléments conducteurs entre eux via un conducteur de protection. Les liaisons équipotentielles supplémentaires assurent une meilleure protection de la salle de bains.

Les liaisons équipotentielles supplémentaires s'appliquent aux éléments suivants:

- conduites d'eau froide et d'eau chaude
- tuyaux d'alimentation et d'évacuation des radiateurs
- conduites de gaz
- baignoire et bac de douche (s'ils sont en métal)
- grillage métallique au-dessus d'un chauffage par le sol
- encadrements de portes métalliques (les canalisations électriques doivent être placées derrière)



Composition

La liaison équipotentielle supplémentaire se compose d'un conducteur en cuivre et possède une section de 2,5 mm² (si elle est protégée) ou de 4 mm² (si elle n'est pas protégée).

Code couleur

La liaison équipotentielle supplémentaire est isolée au moyen d'une gaine de couleur verte/jaune.



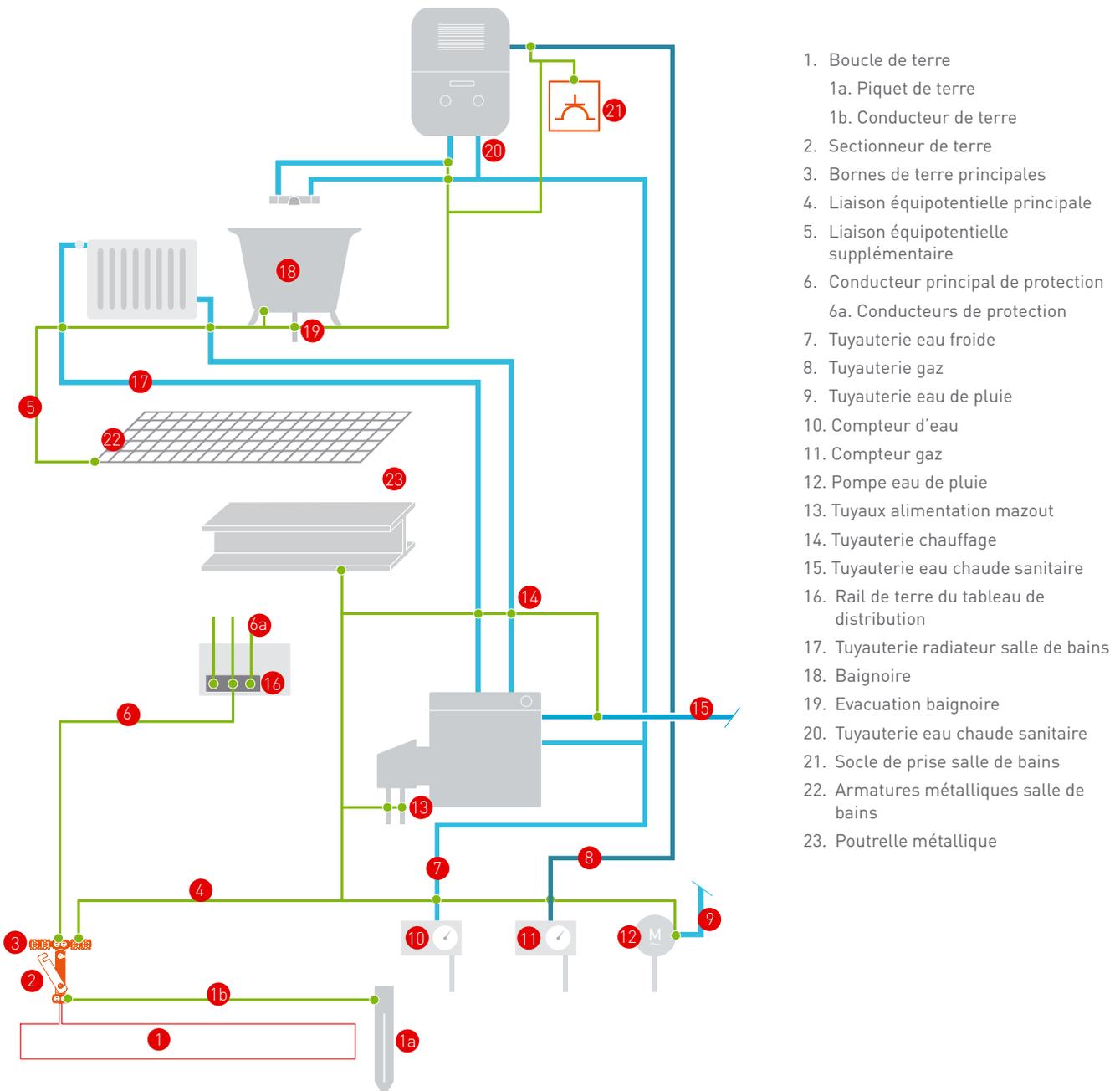
Remarques

Le plus souvent, les liaisons équipotentielles supplémentaires partent du boîtier mural de la salle de bains, via un câblage en série. Evitez à tout prix de couper le conducteur pendant le câblage en série.

Comment réaliser des liaisons équipotentielles?

Généralités

Le schéma ci-dessous illustre la marche à suivre pour réaliser les différentes liaisons équipotentielles. Toutefois, dans le cadre d'un câblage en série, les dérivations doivent être effectuées de telle manière que les liaisons équipotentielles ne soient pas coupées lors du démontage d'une dérivation. Il doit donc être possible de retirer un appareil sans couper la liaison équipotentielle. La borne principale de terre doit être accessible et mise à l'abri de l'humidité et des détériorations (p.ex. dans une armoire).



Source: Het installatiehandboek, GE Power Controls

Comment faire les liaisons?

Généralités

Il existe des bornes spéciales pour fixer les conducteurs aux tuyaux. Certaines de ces bornes ne sont disponibles que pour un seul diamètre de tuyau, tandis que d'autres peuvent être utilisées pour plusieurs diamètres.



Remarques

Nettoyez soigneusement le tuyau à l'endroit de la liaison. Vous obtiendrez ainsi une conduction optimale. Éliminez la rouille, les couches de peinture et les impuretés avec du papier abrasif, de la paille de fer, ...



3. CONTRÔLE DE L'INSTALLATION DE MISE À LA TERRE

Comment mesurer la résistance d'isolement?

Généralités

La résistance d'isolement est la résistance entre les conducteurs et entre chaque conducteur actif et la terre (via le conducteur de protection PE). Cette résistance dépend surtout du taux d'humidité dans et autour des canalisations, du bon choix des conducteurs/tuyaux et de leur éventuelle détérioration. Pour la mesurer, on utilise un testeur d'isolement (ou mégohmmètre), qui mesure la résistance entre les conducteurs ou entre un conducteur et la terre au moyen d'un courant continu assez élevé. Le courant continu doit être d'au moins 500 V.



Procédure

Comment mesurer la résistance totale d'isolement par rapport à la terre?

1. Déclenchez l'interrupteur-sectionneur.
2. Retirez les fusibles principaux, le cas échéant.
3. Reliez la première tige du testeur successivement avec les conducteurs en aval du disjoncteur.
4. Reliez la deuxième tige du testeur avec la borne principale de terre.
5. La mesure se fait avec tous les interrupteurs allumés.
6. Les circuits d'alimentation des environnements humides peuvent être coupés.

$$R \geq 25 \text{ k}\Omega$$

Comment mesurer la résistance d'isolement par circuit par rapport à la terre?

1. Déclenchez les protections placées en tête de chaque circuit.
2. Reliez la première tige du testeur avec l'origine du circuit à mesurer (en aval des fusibles).
3. Reliez la deuxième tige du testeur avec la borne principale de terre.
4. Tous les interrupteurs sont allumés.

$$R \geq 230 \text{ k}\Omega \text{ (bij } U = 230 \text{ V)}$$

$$R \geq 400 \text{ k}\Omega \text{ (bij } U = 400 \text{ V)}$$

Comment mesurer la résistance de terre?

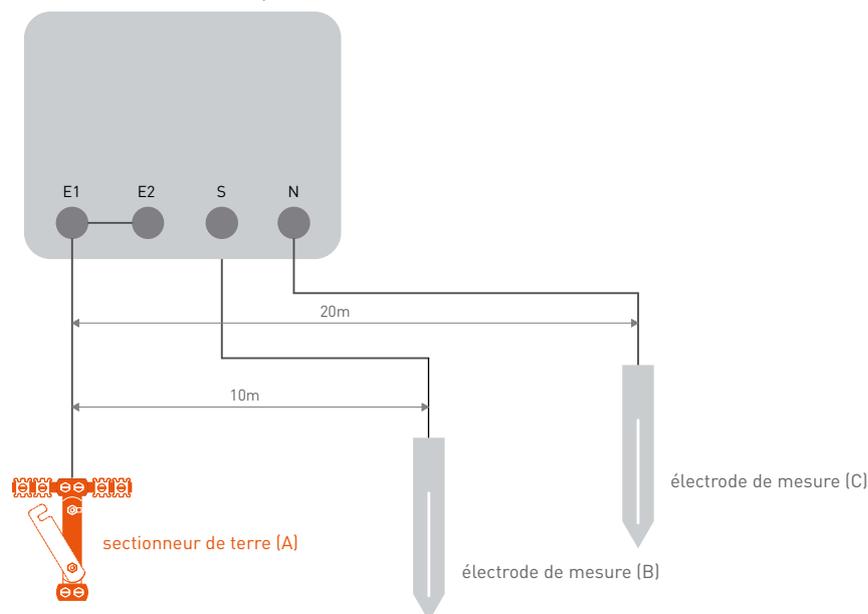
Généralités

La résistance de terre est la résistance entre la boucle de terre et la terre qui l'entoure. La résistance de terre se mesure avec un telluromètre. Pour mesurer la résistance, cet appareil envoie dans le sol un courant alternatif d'environ 0,3 A.

Procédure

1. Les électrodes auxiliaires B et C sont enfoncées dans le sol, à proximité de l'habitation. Si ce n'est pas possible, on utilise une autre liaison à la terre (rail de chemin de terre, canalisation d'eau, ...).
2. La distance AB et AC (voir illustration) doit être la plus grande possible (au moins 10 à 20 mètres).
3. La valeur mesurée est la résistance entre la boucle de terre et la terre qui l'entoure par l'intermédiaire des électrodes auxiliaires B et C.

mesure de la résistance de dispersion à la terre

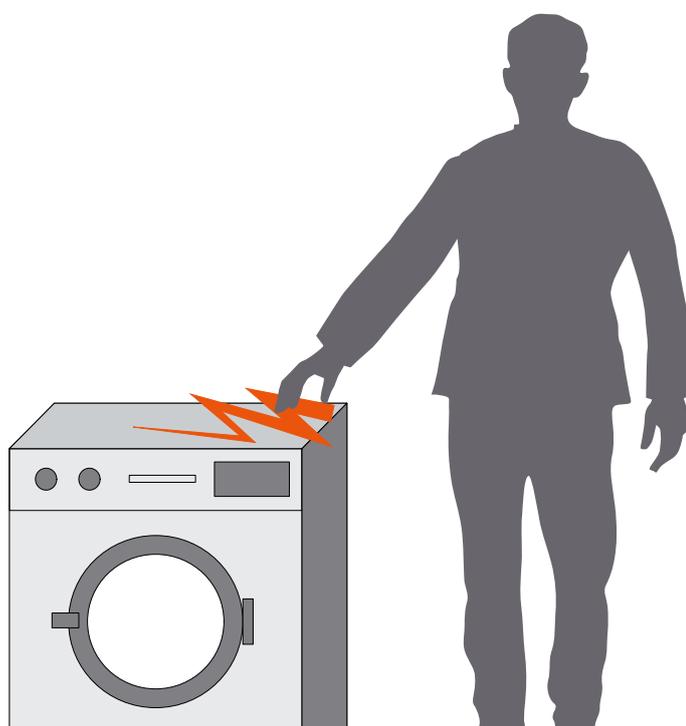


4. PROTECTION

A quoi sert un différentiel?

Le but d'un interrupteur différentiel est d'offrir une protection contre les chocs électriques en cas de contact indirect. (*)

() Il est question de contact indirect lorsqu'une personne touche le boîtier d'un appareil alors que ce boîtier est accidentellement sous tension (p.ex. suite à un défaut d'isolement). Dans ce cadre, la personne ne touche pas directement les parties actives d'une installation électrique.*



L'interrupteur différentiel

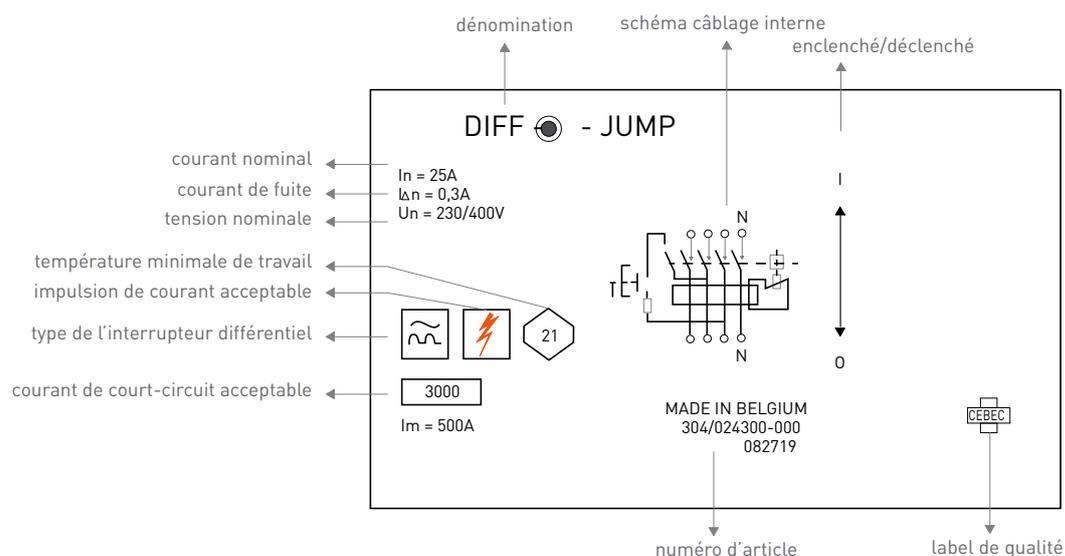
Généralités Un interrupteur différentiel, ou dispositif de protection à courant différentiel résiduel, est un interrupteur automatique qui met une installation électrique ou un de ses circuits (comme le circuit à 30 mA) hors tension dès l'apparition d'un courant de fuite d'une certaine importance.



Installation L'interrupteur différentiel se place à l'origine de l'installation (interrupteur différentiel principal de 300 mA) ou du circuit (interrupteur différentiel complémentaire pour locaux humides de 30 mA).

Mode d'action Un interrupteur différentiel mesure le courant que l'installation reçoit (L1) et la quantité de courant qui reflue (N). Les deux quantités doivent être égales. Si la quantité de courant qui entre dans l'installation électrique est supérieure à la quantité de courant qui reflue, il existe un courant de fuite. C'est-à-dire un courant qui s'écoule vers la terre. L'interrupteur différentiel le détectera et déclenchera l'ensemble de l'installation.

Etiquette



Remarques

Le temps de déclenchement d'un interrupteur différentiel ne peut pas dépasser 0,2 seconde. Les interrupteurs différentiels à haute (30 mA) et très haute sensibilité (10 mA) offrent une protection complémentaire en cas de contact direct.

Un interrupteur différentiel n'offre aucune protection contre les courts-circuits et les surcharges. En plus du bouton de déclenchement et d'enclenchement, il y a aussi un bouton de test qui permet de contrôler (tous les mois) le bon fonctionnement de l'interrupteur différentiel.

Lorsqu'un interrupteur différentiel quadripolaire est utilisé en bipolaire, il doit être branché sur les bornes entre lesquelles le dispositif de test est connecté. Sinon, il est impossible de contrôler le bon fonctionnement de l'interrupteur différentiel avec le bouton de test.

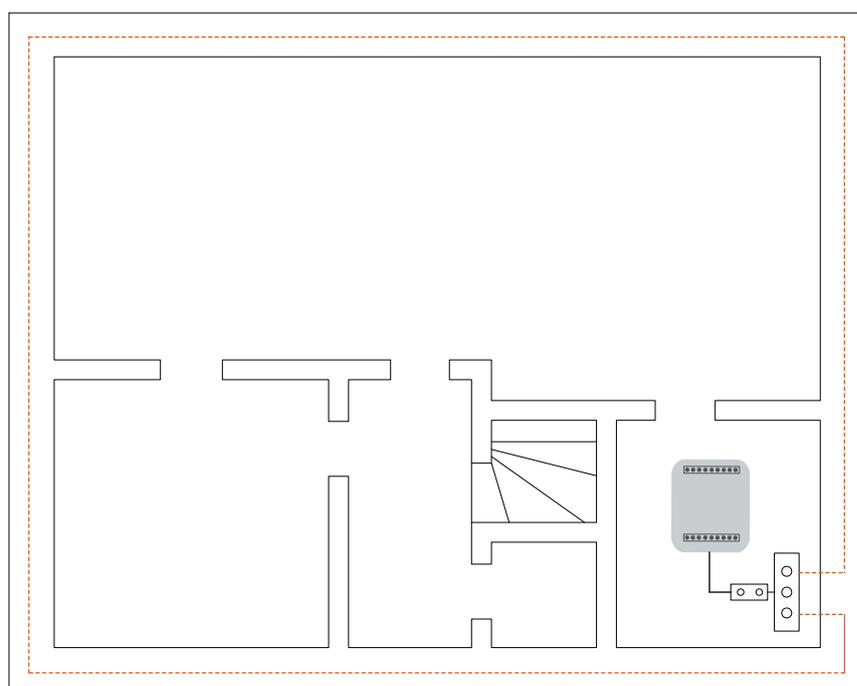
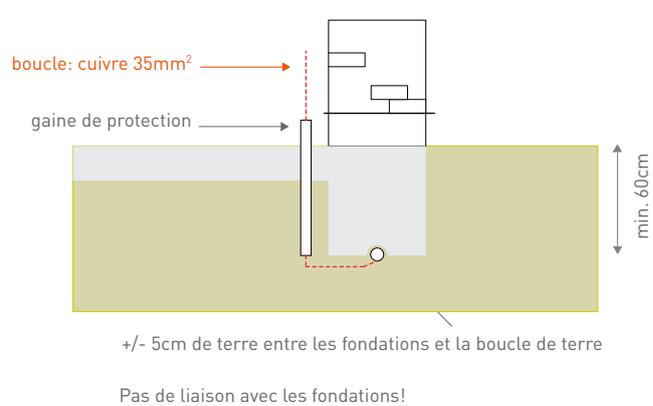
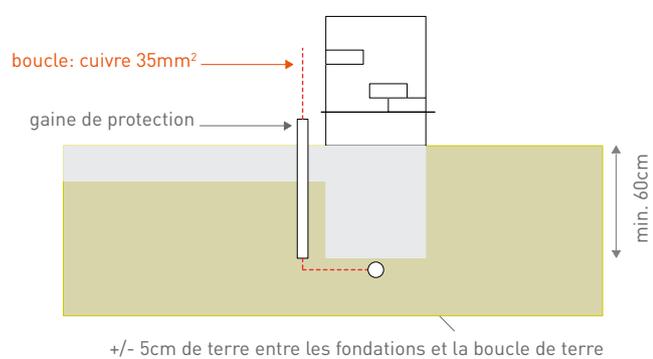
La couleur verte du bouton indique une rupture de sécurité visible de l'interrupteur différentiel.

- Vert = 0 (tous les contacts sont ouverts sur une distance suffisante)
- Rouge = 1 (tous les contacts sont fermés)



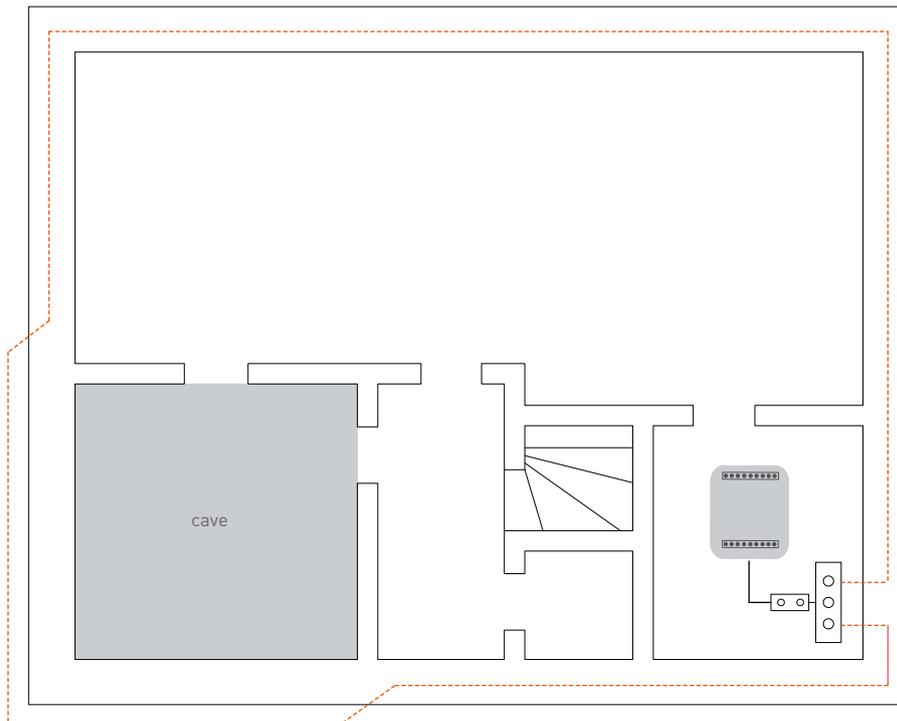
5. ANNEXES

Exécution



Maison isolée (avec cave)

Idéalement, la boucle de terre entoure complètement la maison



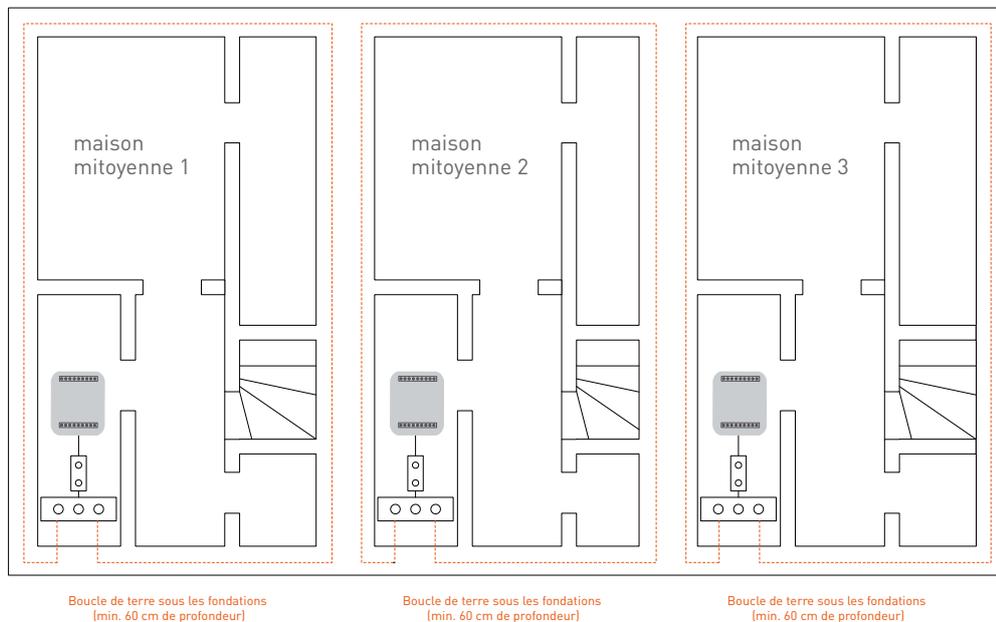
Boucle de terre sous les fondations (min. 60 cm de profondeur)

Boucle de terre à l'extérieur du mur de la cave

Détail des fondations et de la boucle de terre

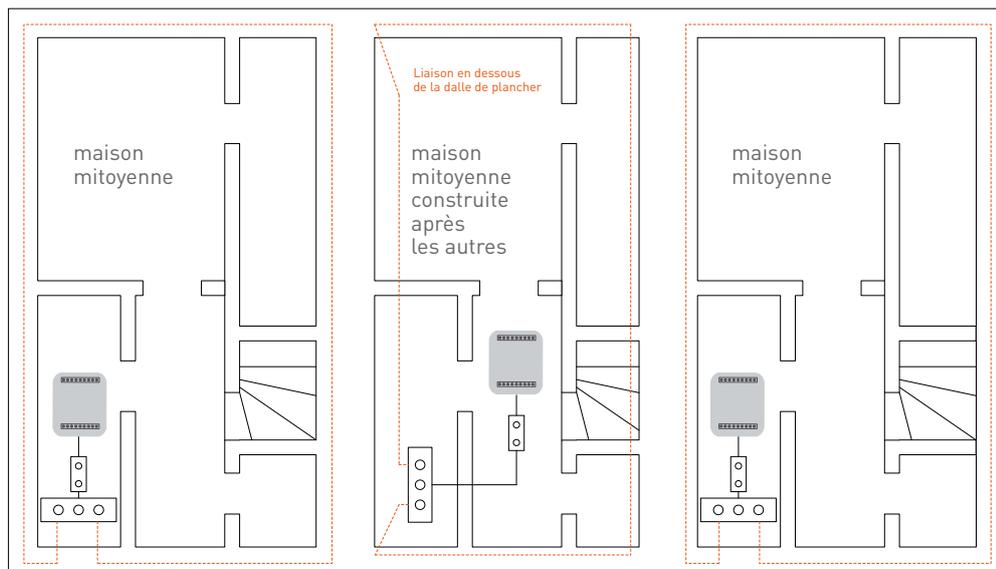


Maisons mitoyennes (boucles de terre séparées)

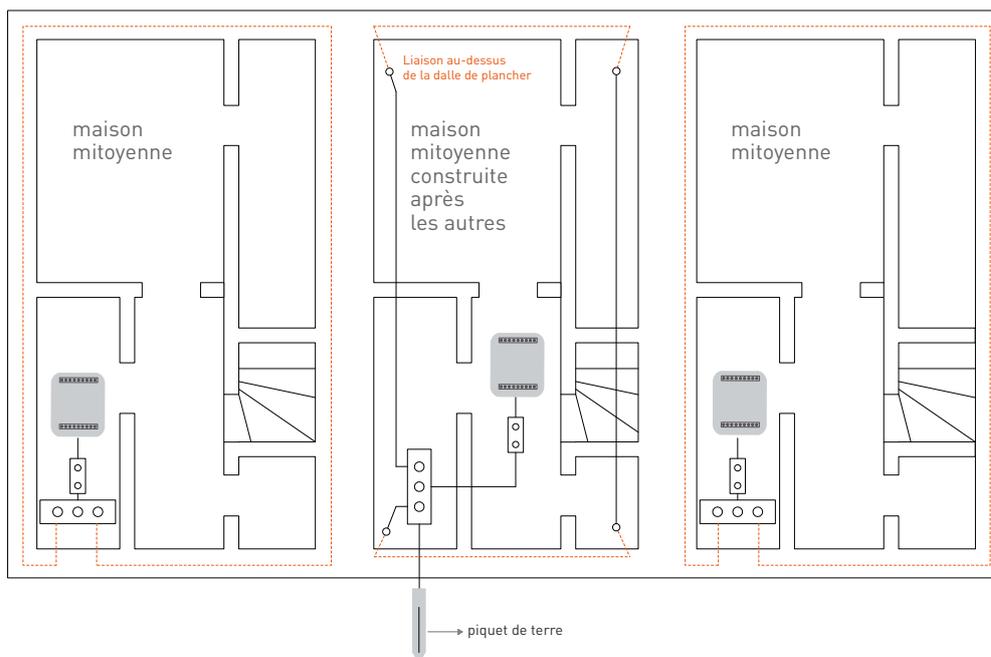


Les différentes boucles de terre ne peuvent pas se toucher!

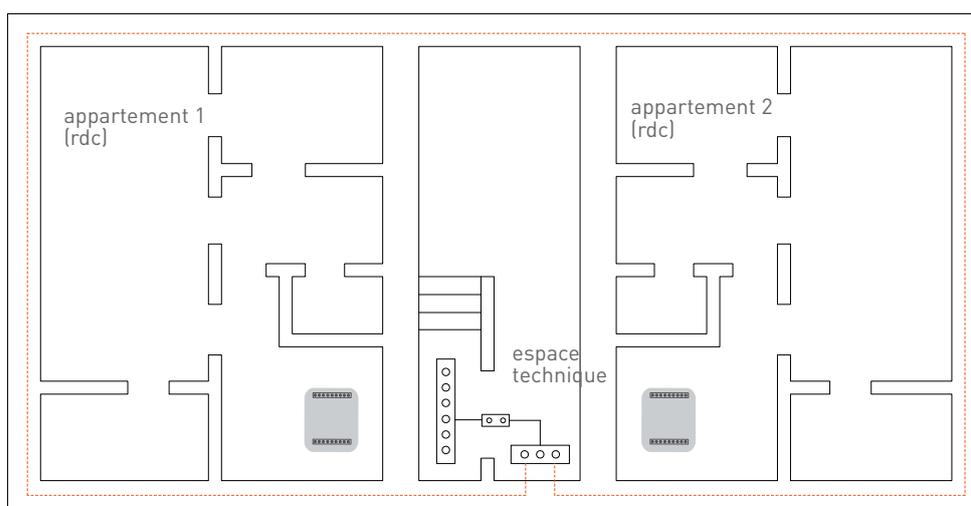
Maison construite entre deux maisons

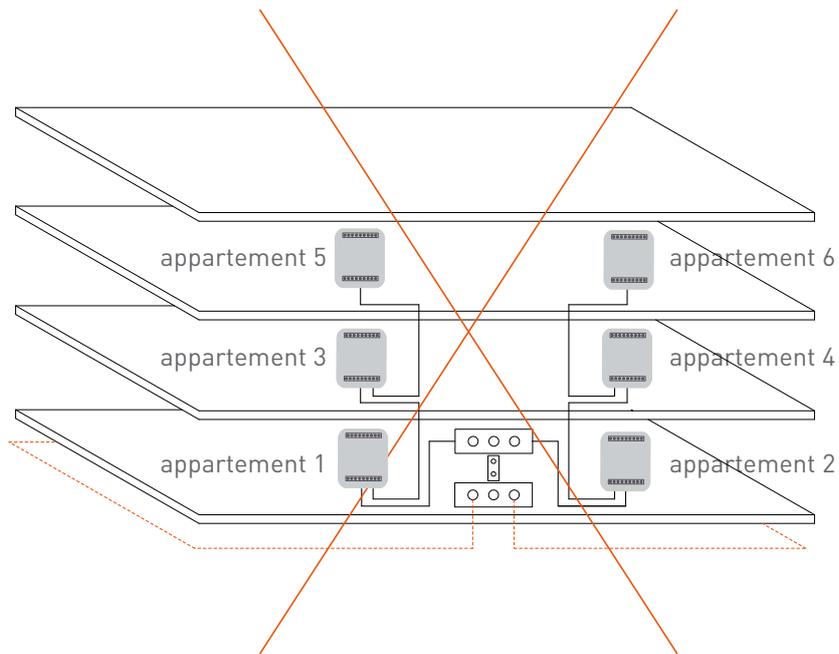
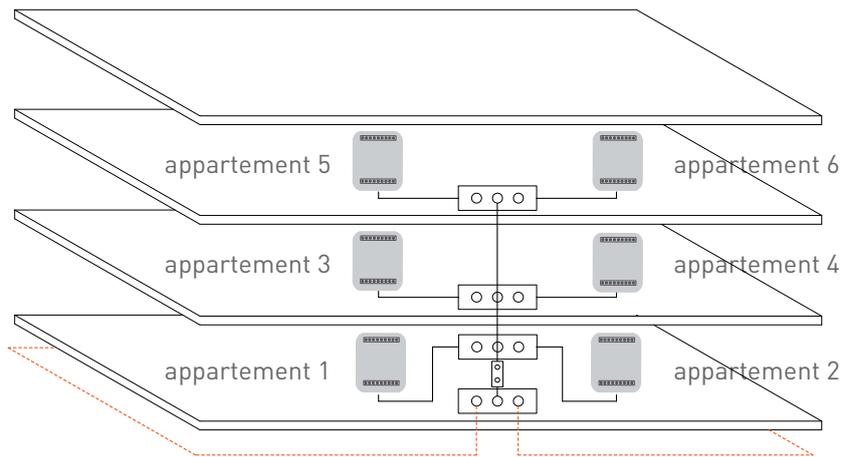


Maison mitoyenne construite après les autres (circuits de terre séparés)



Appartements (boucle de terre commune)







Ce dossier pédagogique a été conçu pour les professeurs d'électricité de l'enseignement secondaire. Il a été réalisé par la haute école Artesis à la demande de Formelec, le centre de formation du secteur des électriciens.



vormelek formelec

vzw VORMELEK – FORMELEK asbl
Marlylaan 15/8 b2 Avenue du Marly
BRUSSEL 1120 BRUXELLES
T 02 476 16 76
F 02 476 17 76
info@vormelek-formelec.be
www.vormelek-formelec.be

Le dossier est également disponible en ligne sur www.restezbranches.be.
Les établissements qui ont conclu une convention avec Formelec peuvent en commander une version papier sur l'e-shop.