



MISE À LA TERRE POUR LA SÉCURITÉ ÉLECTRIQUE

La sécurité des personnes contre un défaut d'isolement survenant dans un matériel doit être assurée.

En effet, un défaut d'isolement provoque une électrisation pouvant entraîner une électrocution.

- Il convient de canaliser le courant de défaut vers la terre et d'interrompre automatiquement l'alimentation électrique dès que la tension de contact devient dangereuse (> 50 V).

La boucle de défaut qui canalise le courant de défaut est constituée :

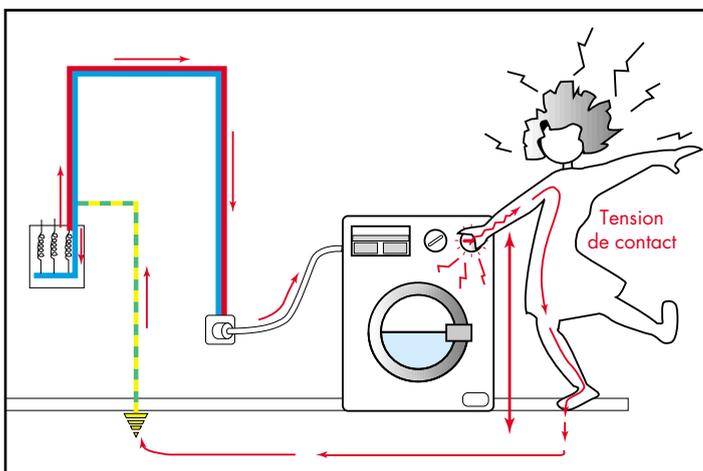
- de l'alimentation électrique depuis le transformateur du distributeur d'électricité dont le neutre est mis à la terre,
- du matériel électrique présentant un défaut d'isolement,
- et de la personne ou du réseau de terre.

- Les masses des appareils de classe I (machine à laver, réfrigérateur, congélateur, cuisinière, four électrique, chauffe-eau, etc.) doivent être reliées à un conducteur de protection raccordé à une prise de terre.

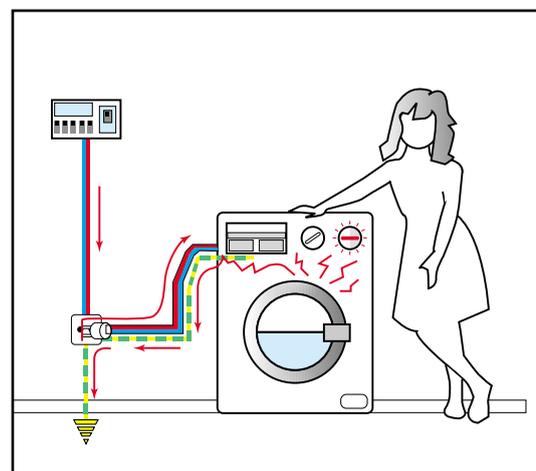
- Le couple "Mise à la Terre - Protection différentielle" est une obligation et doit être de qualité.

D'où l'importance d'une bonne mise à la terre dont la réalisation comporte :

- une prise de terre,
- un conducteur de terre,
- une borne principale de terre,
- des conducteurs de protection,
- ainsi que des liaisons équipotentielle.



Sans prise de terre



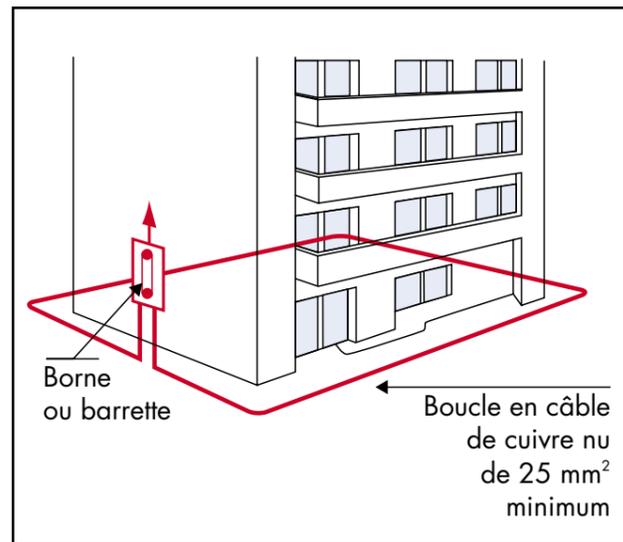
Avec prise de terre et disjoncteur différentiel



I. LA PRISE DE TERRE (N 542.2.)*

■ Une boucle à fond de fouille.

La meilleure solution consiste à réaliser une boucle à fond de fouille établie pendant la construction des bâtiments avec généralement un câble en cuivre nu de 25 mm² de section (ou 95 mm² en acier galvanisé). Cette solution est pratiquement imposée pour les bâtiments soumis au code du travail (Arrêté du 4 août 1992).



Boucle à fond de fouille

■ Un ou plusieurs piquets.

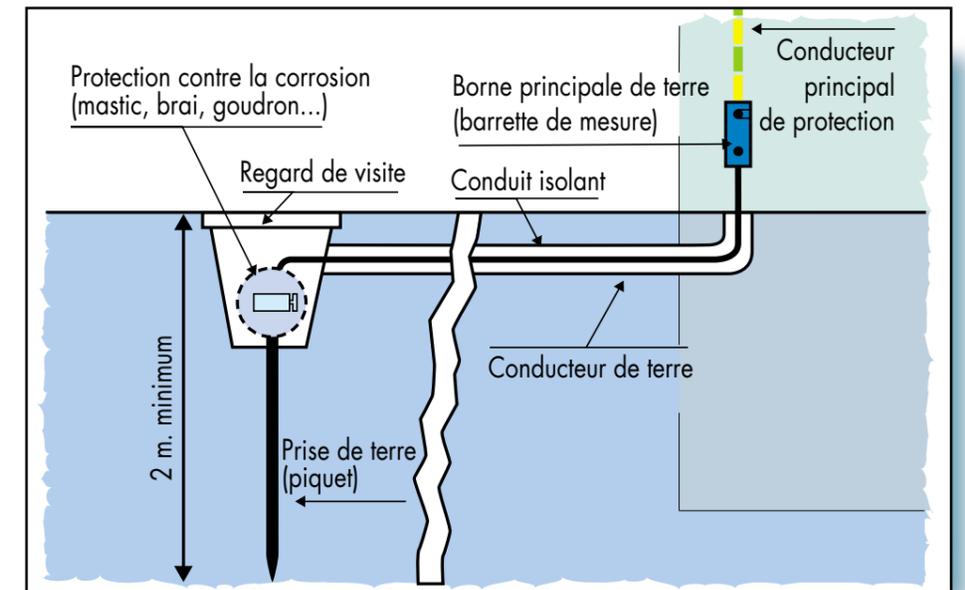
Une autre solution très couramment employée consiste à réaliser la prise de terre avec un ou plusieurs piquets enfoncés verticalement au-dessous du niveau permanent d'humidité, à une profondeur minimale de 2 m. Des piquets de 1,50 m sont donc insuffisants.

Ces piquets peuvent être :

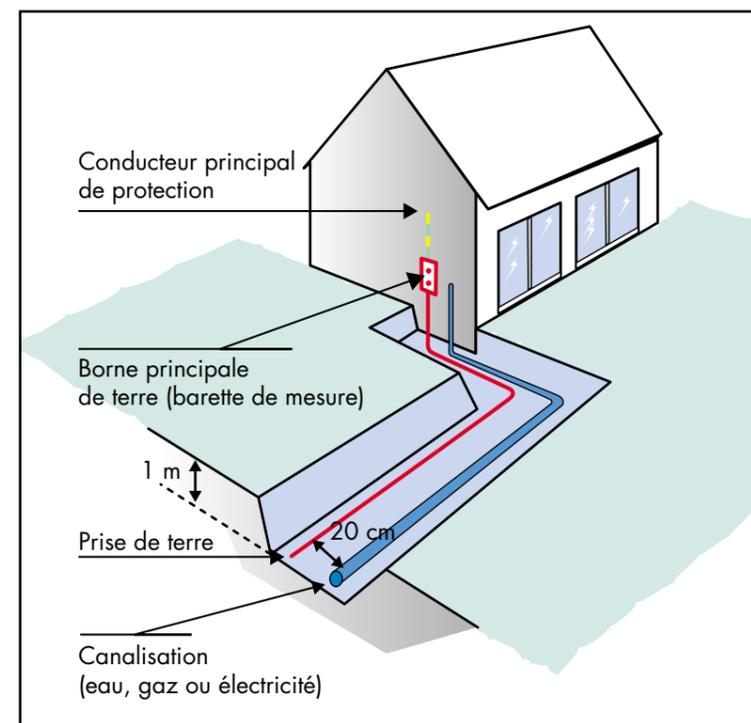
- des tubes en acier galvanisé de diamètre au moins égal à 25 mm,
- des profilés en acier doux galvanisé d'au moins 60 mm de côté,
- des barres en cuivre ou en acier recouvertes de cuivre ou galvanisées d'au moins 15 mm de diamètre.

■ **D'autres solutions** peuvent être utilisées : conducteurs enfouis à une profondeur d'environ 1 mètre dans des tranchées, plaques minces enterrées verticalement de sorte que le centre de la plaque soit à une profondeur d'environ 1 mètre, poteaux métalliques enterrés, ...

■ **La réduction de la résistance** de la prise de terre est obtenue en interconnectant plusieurs systèmes de mise à la terre suffisamment éloignés les uns des autres. Dans le cas de piquets, ceux-ci doivent être distants entre eux d'au moins leur longueur pour deux piquets, et plus au-delà. Le conducteur d'interconnexion doit avoir la même section que celle du conducteur de terre.



Conducteurs verticaux



Conducteurs en tranchée

on retiendra

L'utilisation de canalisations de distribution publique d'eau comme prise de terre n'est pas admise par les distributeurs d'eau.

on retiendra

PRISE DE TERRE, 3 SOLUTIONS :

- boucle à fond de fouille
- plusieurs piquets enfoncés à 2 m dans le sol
- plusieurs conducteurs en tranchée

* référence à la norme NF C 15-100

VALEUR DE LA RÉSISTANCE DE PRISE DE TERRE

La résistance de la prise de terre dépend de la forme et des dimensions de la prise de terre et de la nature du terrain. En outre, le gel et la sécheresse qui peuvent se faire sentir jusqu'à plus de 2 m de profondeur augmentent la

résistance : il convient d'établir la prise de terre dans des endroits abrités.

A titre indicatif, le *tableau 1* donne des ordres de grandeur de résistances de prises de terre.

CONSTITUTION DE LA PRISE DE TERRE	NATURE DU TERRAIN		
	ARABLES GRAS REMBLAIS HUMIDES	ARABLES MAIGRES REMBLAIS GROSSIERS	PIERREUX SECS SABLE SEC
MAISON INDIVIDUELLE 8 x 7m • boucle à fond de fouille • 1 piquet vertical de 2 m • 4 piquets verticaux (un à chaque angle) • 1 tranchée de 10 m	3 à 10 6 à 75 2 à 18 8 à 30	30 à 60 220 à 300 60 à 120 90 à 120	100 à 200 750 à 1500 220 à 450 300 à 600
IMMEUBLE COLLECTIF 10 x 40 m • boucle à fond de fouille • 10 piquets verticaux de 2 m régulièrement répartis à la périphérie	1 à 3 3 à 8	10 à 20 23 à 45	50 à 100 120 à 220

*Un ensemble de poteaux métalliques enterrés interconnectés répartis sur le pourtour d'un bâtiment présente une résistance du même ordre de grandeur que celle de la boucle à fond de fouille.
L'enrobage éventuel de béton ne s'oppose pas à l'utilisation de poteaux comme prises de terre et ne modifie pas sensiblement la valeur de la résistance de la prise de terre.*

Résistances de prises de terre (en ohms) - Tableau 1

■ **Tout installateur doit mesurer la résistance** de prise de terre avec un "ohmmètre de terre" capable de réaliser des mesures de faible ou très faible valeur sans être perturbé par la présence dans le sol de nombreux "courants telluriques".

mesurer l'impédance de la boucle de défaut phase-terre qui donne une valeur par excès. Cette méthode peut se révéler imprécise lorsque le poste de distribution publique est éloigné et si les terrains sont de nature hétérogène.

Lorsque la mesure de cette résistance ne peut pas être réalisée avec des prises de terre auxiliaires, on peut, en zone urbaine,

la mesure avec un contrôleur universel n'est pas valable.

on retiendra

Dans les terrains autres que pierreux secs et sable sec il est toujours possible de réaliser des prises de terre de résistance inférieure à 100 Ω.

■ **Les valeurs maximales de la prise de terre** sont précisées dans le *tableau 2* selon la sensibilité du dispositif différentiel et suivant la loi d'Ohm : $R_A \times I_{\Delta n} \leq 50V$.

Pour des valeurs de résistance de la prise de terre supérieures à 500 ohms, il convient d'installer un dispositif ayant un courant résiduel assigné au plus égal à 30 mA.

Toutefois, cette possibilité n'est que le dernier recours après avoir réalisé avec le plus grand soin la prise de terre notamment dans les terrains de nature "Pierreux secs - Sable sec". Pour les autres natures de terrain, le *tableau 1* montre qu'il est toujours possible de réaliser des prises de terre de résistance inférieure à 100 ohms.

COURANT DES FONCTIONNEMENTS DU DISPOSITIF DIFFÉRENTIEL (SENSIBILITÉ) $I_{\Delta n}$	VALEUR MAXIMALE DE LA RÉSISTANCE DE LA PRISE DE TERRE R_A
650 mA	77 ohms
500 mA	100 ohms
300 mA	166 ohms

Tableau 2

remarque

La vérification périodique de la qualité du couple "mise à la terre - protection différentielle" est nécessaire.

II. LE CONDUCTEUR DE TERRE

(N 542.3.)

Le conducteur de terre (appelé encore canalisation principale de terre) relie la prise de terre à la borne principale de terre ou barrette de mesure.

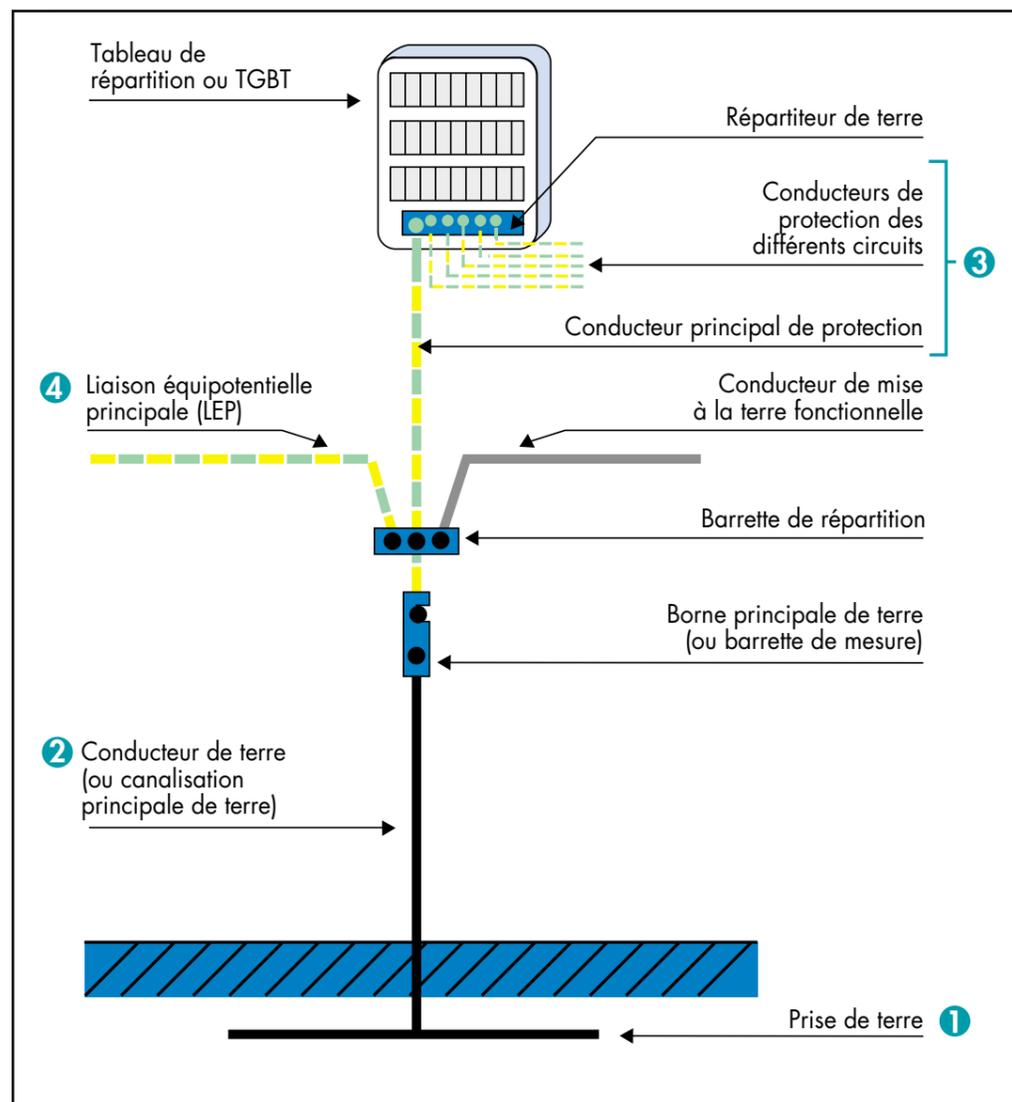
protégé des chocs.

→ 25 mm² cuivre ou 50 mm² acier galvanisé non protégé contre la corrosion.

Sa section doit être au moins de :

→ 16 mm² cuivre ou acier galvanisé protégé contre la corrosion et non

La connexion du conducteur de terre à la prise de terre doit être accessible, sauf si elle est effectuée dans une boîte remplie de matière de remplissage ou dans des joints scellés.



Circuits de terre en bâtiment individuel

1 **Boucle à fond de fouille** (solution préférentielle, obligatoire si le bâtiment neuf est soumis au code du travail) :

- conducteur : cuivre nu $S \geq 25 \text{ mm}^2$,
acier galvanisé $S \geq 95 \text{ mm}^2$,
aluminium gainé plomb $S \geq 35 \text{ mm}^2$.
- feuillard : acier $S \geq 100 \text{ mm}^2$, épaisseur $\geq 3 \text{ mm}$;
cuivre $S \geq 25 \text{ mm}^2$, épaisseur $\geq 2 \text{ mm}$.

Piquet de terre :

- Tube en acier galvanisé : $\phi \geq 25 \text{ mm}$.
- Profilé en acier doux : 60 mm de côté minimum.
- Barre en cuivre ou acier : $\phi \geq 15 \text{ mm}$.

2 **Section minimale :**

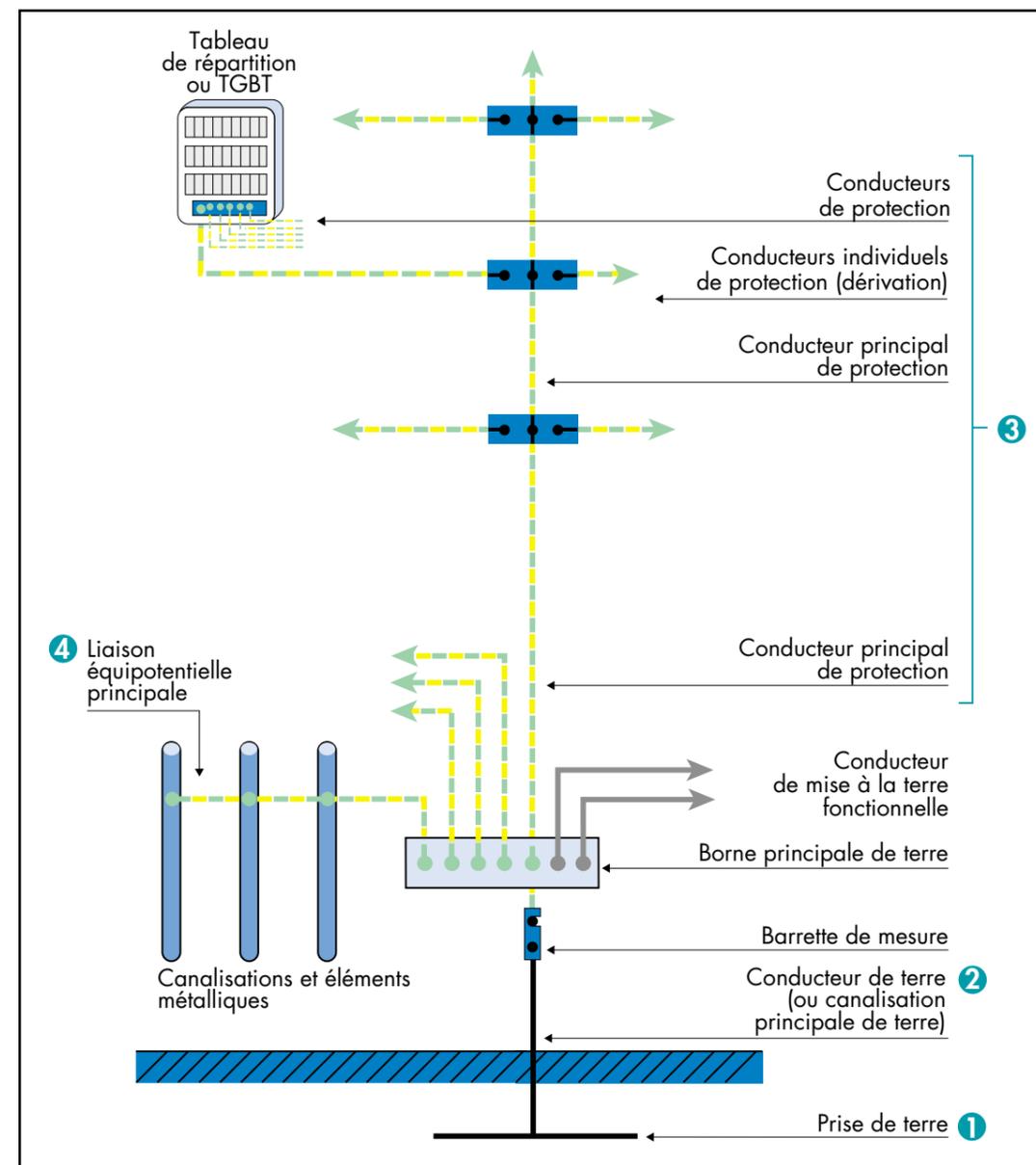
- 16 mm² si cuivre ou acier galvanisé, protégé contre la corrosion et non protégé mécaniquement.
- 25 mm² en cuivre nu, 50 mm² en acier galvanisé nu.

3

SECTION DES CONDUCTEURS ACTIFS DU CIRCUIT S (mm ²)	SECTION DES CONDUCTEURS DE PROTECTION DE PROTECTION (mm ²)
$S \leq 16$	S
$S = 25 \text{ ou } 35$	16
$S > 35$	0,5 S
	limité à 25 (cuivre) en schéma TT

4

- Section minimale :**
la moitié de la section du conducteur principal de protection avec un minimum de 6 mm² cuivre et un maximum de 25 mm² cuivre.



Circuits de terre en bâtiment collectif

remarque

La mise à la terre pour la sécurité électrique ne doit pas être confondue avec une mise à la terre fonctionnelle. Cette dernière a pour fonction de mettre des matériels au potentiel de la terre pour assurer leur fonctionnement. Les conducteurs assurant la sécurité électrique sont exclusivement de la couleur **Vert-et-jaune**. Les conducteurs assurant une mise à la terre fonctionnelle ne doivent pas être de la même couleur et sont raccordés à la terre sur la borne principale.

III. LA BORNE PRINCIPALE DE TERRE

(barrette de mesure) (N 542.4.)

Une borne principale de terre doit être prévue dans toute installation.

Un dispositif (barrette de mesure) doit être :
 → prévu sur le conducteur de terre,
 → démontable seulement à l'aide d'un outil,
 → mécaniquement sûr et assurer la continuité électrique.

L'ouverture de la barrette permet de mesurer la résistance de la prise de terre en éliminant les prises de terre de fait (canalisation) dont la pérennité n'est pas assurée.

La barrette de mesure peut être combinée avec la borne principale de terre.

IV. LES CONDUCTEURS DE PROTECTION (N 543)

■ **Les conducteurs de protection** sont constitués de conducteurs, de couleur vert-et-jaune, inclus ou non dans les canalisations. L'enveloppe des canalisations préfabriquées peut servir de conducteur de protection sous certaines conditions (continuité, conductibilité, ...).

Les conduites de gaz ne doivent pas être utilisées comme conducteur de protection.

■ **La section minimale des conducteurs** de protection est indiquée dans le *tableau 3* en fonction :

→ des conducteurs actifs raccordés aux bornes en aval du point de livraison,

→ ou des conducteurs actifs de la canalisation alimentant soit une ou plusieurs colonnes montantes de distribution publique, soit un ou des locaux techniques regroupant les compteurs dans un immeuble collectif.

Les conducteurs de protection en schéma TT peuvent avoir une section limitée à 25 mm² cuivre.

Lorsqu'un conducteur de protection est commun à plusieurs circuits empruntant le même parcours, la section du conducteur de protection doit être dimensionnée en fonction de la plus grande section des conducteurs de phase.

SECTION DES CONDUCTEURS ACTIFS (mm ² cuivre)	SECTION DES CONDUCTEURS DE PROTECTION (mm ² cuivre)
S ≤ 16	S
S = 25 ou 35	16
S ≥ 35	0,5 S

Tableau 3

Les conducteurs de protection de section 2,5 mm² cuivre qui ne font pas partie de la canalisation d'alimentation doivent comporter une protection mécanique (conduit, profilé plastique,...).

■ **Plusieurs appellations** de conducteurs de protection sont couramment utilisés (*voir schémas circuits de terre en bâtiment individuel p.6 et circuits de terre en bâtiment collectif p.7*) :

- le conducteur principal de protection appelé également colonne principale de terre ou colonne montante de terre, dans le cas d'un immeuble collectif.
- les conducteurs individuels de protection appelés aussi dérivations individuelles de terre.
- les conducteurs de protection des circuits terminaux.

Tous les circuits électriques, y compris ceux destinés au raccordement d'appareils de classe II, doivent comporter un conducteur de protection quelque soit le type de local ou la nature du revêtement de sol.

Les appareils de classe II ne doivent pas être raccordés à un conducteur de protection, ce dernier devant rester en attente dans la boîte de raccordement.

Tout socle de prise de courant doit comporter un contact de terre raccordé à un tel conducteur.

Les connexions des conducteurs de protection sur les conducteurs principaux de protection doivent être réalisées individuellement de sorte que, si un conducteur est séparé, tous les autres conducteurs soient maintenus en place (*Art. 12 C - décret 14/11/88*).

remarque

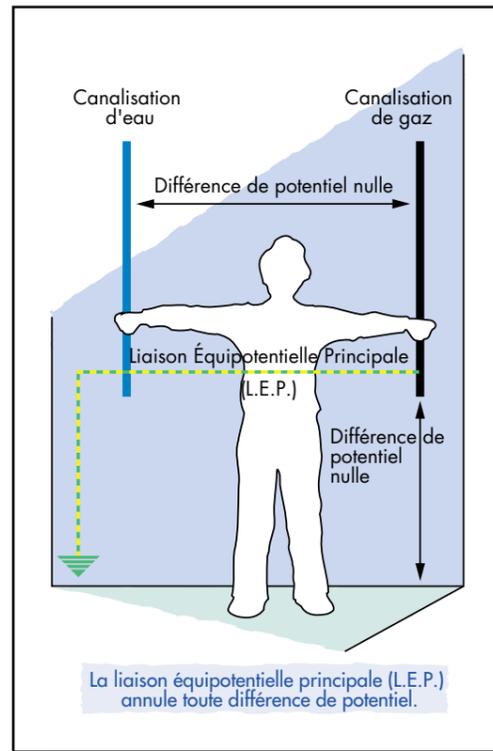
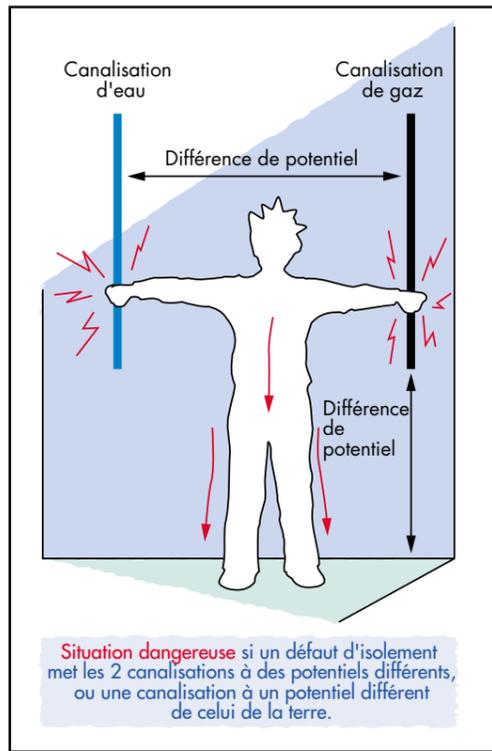
Les circuits issus du secondaire d'un transformateur de séparation ou d'un transformateur de sécurité (TBTS) ne doivent pas comporter de conducteur de protection. De même, les socles de prise de courant de ces circuits ne doivent pas comporter de contact de terre.

V. LES LIAISONS ÉQUIPOTENTIELLES

De telles liaisons ont pour but d'éviter qu'une différence de potentiel n'apparaisse entre divers éléments dans le bâtiment.

Parmi les liaisons équipotentielles, on distingue notamment :

- celles qui sont reliées à la terre : liaison équipotentielle principale, liaison équipotentielle supplémentaire locale de la salle d'eau.
- celles qui ne sont pas reliées à la terre.



A) LA LIAISON ÉQUIPOTENTIELLE PRINCIPALE

(N.413.1.2.1. et 547.1.1.)

■ **La liaison équipotentielle principale** doit relier à la borne principale de terre les éléments conducteurs suivants :

- canalisations d'alimentation à l'intérieur du bâtiment, par exemple eau, gaz,
- canalisations métalliques de chauffage central,
- les éléments métalliques accessibles de la construction. Lorsque de tels éléments conducteurs proviennent de l'extérieur du bâtiment, ils doivent être reliés aussi près que possible de leur pénétration dans le bâtiment.

■ **En maison individuelle**, ne sont pas à raccorder à la liaison équipotentielle principale :

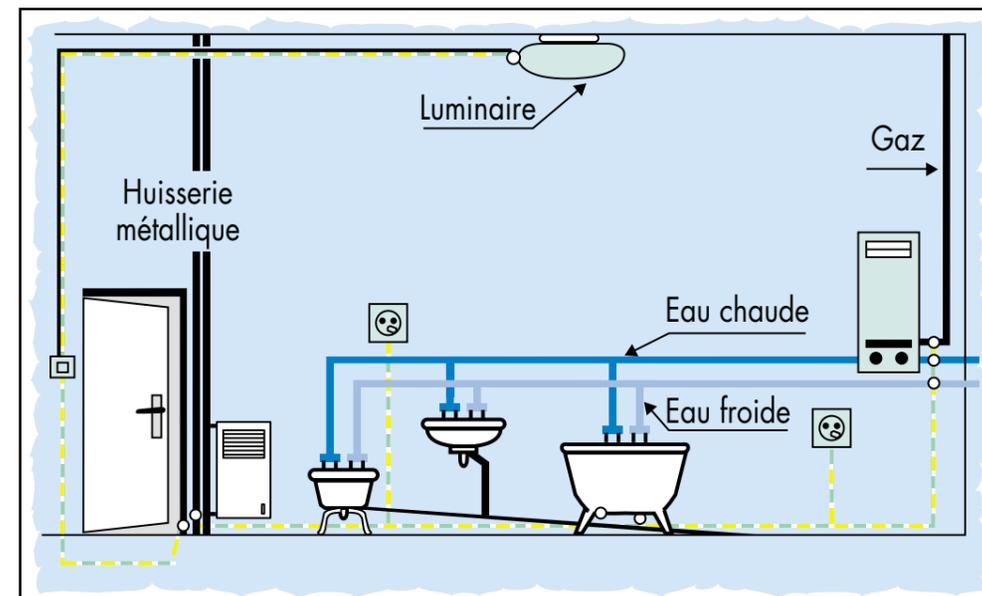
- les canalisations en matériaux isolants provenant de l'extérieur,
- tout réseau intérieur d'un même fluide (eau, gaz, fioul...) constitué partiellement de canalisation en matériaux isolants.

■ **La section minimale** doit être au moins égale à la moitié de la plus grande section des conducteurs de protection de l'installation avec un minimum de 6 mm² en cuivre et un maximum de 25 mm² cuivre. Ces conducteurs sont de couleur vert-et-jaune.

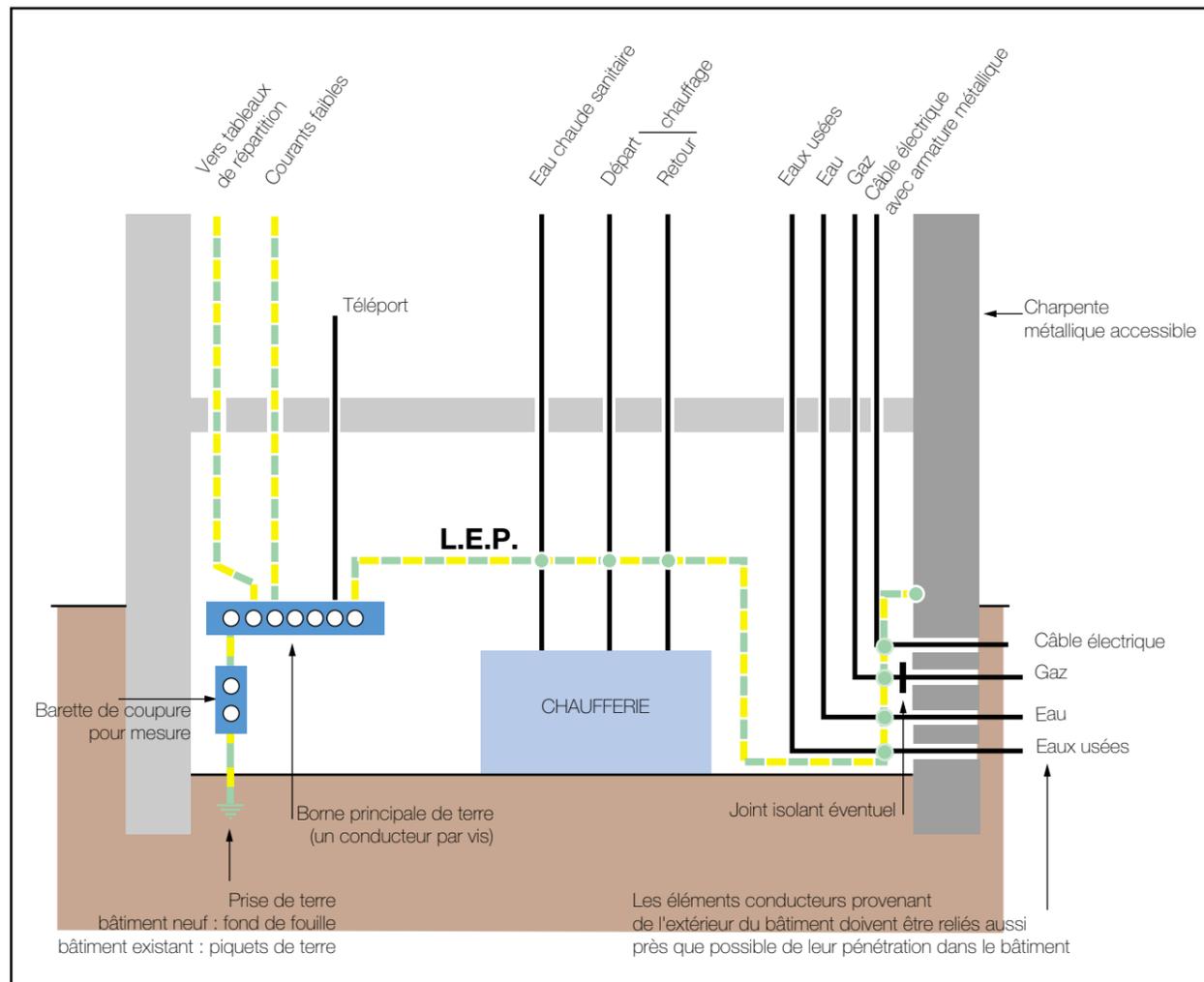
Une canalisation métallique, reliée localement à un conducteur de protection et pénétrant dans un bâtiment à un endroit très éloigné du tableau principal (TGBT), peut ne pas être reliée à la liaison équipotentielle principale.

B) LA LIAISON ÉQUIPOTENTIELLE SUPPLÉMENTAIRE LOCALE DE LA SALLE D'EAU

(N.701.413)



Éléments de la salle d'eau devant être reliés à la liaison équipotentielle



Liaison équipotentielle principale dans un immeuble collectif

- **Cette liaison équipotentielle locale** consiste, à l'aide de conducteurs, à relier entre eux les éléments conducteurs situés dans *les volumes 1, 2 et 3** :
 - les canalisations métalliques (eau froide, eau chaude, vidange, chauffage, gaz, etc...),
 - les corps des appareils sanitaires métalliques,
 - les huisseries,
 - les conducteurs de protection.

Il n'y a pas lieu de mettre en œuvre un conducteur de protection supplémentaire entre cette liaison équipotentielle et le répartiteur de terre du tableau de répartition, du fait que la liaison équipotentielle est mise de fait à la terre par les conducteurs de protection situés dans *les volumes 1, 2 et 3*.

La liaison équipotentielle locale doit être réalisée dans la salle d'eau. S'il n'est pas possible de relier certains éléments conducteurs à l'intérieur de la salle d'eau, cette liaison peut être réalisée dans les locaux contigus.

- **Le conducteur de la liaison équipotentielle** locale, de couleur vert-et-jaune, ne peut en aucun cas être noyé directement sans conduit dans les parois. Sa section est de 2,5 mm² s'il est protégé contre les chocs (sous baignoire avec tablier, sous conduit ou sous profilé plastique) ou de 4 mm² s'il est

posé directement aux parois sans protection mécanique.

- **Une huisserie métallique** peut constituer une partie de la liaison équipotentielle locale si sa continuité électrique est assurée. Il n'en est pas de même pour tout autre élément conducteur (canalisation d'eau...).
- **Il est interdit** de relier à la liaison équipotentielle locale la carcasse métallique des appareils de classe II.
- **Il n'est pas nécessaire** de relier à la liaison équipotentielle locale :
 - les radiateurs, équipés ou non d'une résistance électrique, alimentés en eau chaude par des canalisations isolantes,
 - les porte-serviettes métalliques non chauffants,
 - les robinets reliés à des canalisations isolantes,
 - les bondes et les siphons,
 - les bouches métalliques de ventilation si le conduit, la dérivation ou le piquage ne sont pas tous métalliques.
 - les pare-douches.

Il n'est pas nécessaire de shunter les raccords filetés des canalisations métalliques d'eau, du fait que le filetage avec un élément de bourrage assure une continuité suffisante.

C) LIAISON ÉQUIPOTENTIELLE LOCALE NON RELIÉE À LA TERRE

C'est notamment le cas lorsqu'un même transformateur de séparation alimente deux appliques de classe I dans *le volume 2*. Les masses de ces appliques doivent être

reliées entre elles, avec un conducteur d'équipotentialité de couleur vert-et-jaune, mais non relié à la liaison équipotentielle de la salle d'eau.

* Les volumes dans la salle d'eau sont explicités dans le feuillet "installation électrique dans la salle d'eau".

