

# Prise de terre : Protection individuelle

Ne sont traités ici que les installations domestiques et amateurs, les installations industrielles, qui sont conçues un peu différemment, sortent de notre propos.

## Prise de terre = Protection de la vie humaine

### Généralités

Un individu soumis à une tension supérieure à 50V en milieu sec ou 25 V en milieu humide peut être lésé gravement voire tué.

Ces deux seuils sont les bases administratives et légales de la protection individuelle

La protection individuelle consiste donc à faire en sorte qu'un individu ne puisse jamais être soumis à ces tensions au cours de ses activités quelles qu'elles soient.

En conséquence, tout objet métallique susceptible d'être en contact avec une source de courant électrique doit être soit isolé complètement, soit relié à un niveau électrique de protection.

### La distribution électrique domestique

La distribution de l'énergie électrique se fait sous la forme de la mise à disposition d'une différence de potentiel sous une intensité maximale donnée selon l'abonnement souscrit.

Elle se fait par la mise à disposition de trois phases décalées de 120 degrés, avec un fil commun le neutre.

La distribution de l'énergie domestique est issue de cette distribution triphasée, sous la forme d'une phase et d'un neutre.

A la dernière sous-station qui vous dessert, le neutre est relié à une prise de terre de très faible impédance.

### L'utilisation domestique

Dans chaque habitation, la distribution se fait par la répartition de circuits électriques, comprenant la phase, le neutre et un conducteur de protection, « la terre »

### Le rôle de la terre :

Relié à la masse métallique de l'appareil alimenté, ce circuit a pour rôle de récupérer les fuites de courant qui pourraient avoir lieu (contact, défaut d'isolement) et les éliminer par le circuit de terre pour refermer le circuit avec le circuit de terre du neutre de la station de distribution.

Chaque installation se doit donc d'assurer la continuité du circuit de terre avec la sous-station en offrant une résistance de terre la plus faible possible et en tout cas compatible avec le bon fonctionnement des dispositifs de protections différentiels

### La protection différentielle

Si un circuit est parfait, l'intensité du courant sur le fil de phase sera identique à l'intensité du courant sur le fil de neutre.

Si une « fuite » de courant se produit, une partie du courant empruntera le circuit de terre et non pas le circuit du neutre. Il s'ensuivra une inégalité de courant entre la phase et le neutre.

Un dispositif appelé disjoncteur différentiel contrôle l'égalité d'intensité entre la phase et le neutre. Il réagit à une inégalité de courant en coupant le circuit d'alimentation.

### Application du concept :

Soit par exemple, une machine à laver dont le circuit électrique est défectueux, sa masse métallique entre en contact de la phase.

S'il n'y a pas de circuit de terre efficace, la carcasse va se retrouver au potentiel de la phase. Une tension dangereuse se retrouve entre la carcasse et le sol (qui est reliée au neutre à la sous station). Il y a danger de mort pour qui la touche.

Si la carcasse est bien reliée à un circuit de terre efficace, la ddp entre la carcasse et le sol sera quasiment nulle, en tout cas, pas supérieure à la tension létale. La fuite de courant empruntera le circuit de terre, créant un déséquilibre au niveau du disjoncteur différentiel, ce qui coupera le circuit d'alimentation.

Même bien protégée par le circuit de terre, l'utilisateur sera victime d'une secousse électrique, mais sa vie ne sera pas mise en danger si le disjoncteur différentiel se déclenche très rapidement, pour une intensité la plus faible possible. D'où l'intérêt d'avoir un disjoncteur différentiel de haute sensibilité (30mA ou mieux, 10mA).

## Le circuit de terre.

### Généralités

Chaque abonné se doit donc, d'avoir son installation électrique dotée d'une bonne prise de terre.

La norme C15100 impose l'usage d'une prise de terre ayant une résistance maximale de 100 ohms, ce qui correspond à 500 mA pour 50 V (tiens, tiens !). La Norme prévoit également l'équipotentialité de toutes les masses métalliques d'une installation. Ainsi plusieurs terres devront être reliées entre elles par un conducteur de 16 mm<sup>2</sup> minimum.

Mais 100 ohms est un maximum légal. Il vaut mieux une résistance de 10 ohms, voire moins.

### Méthode de mesure de la résistance de terre :

Si l'on plante deux piquets en terre, à quelques centimètres l'un de l'autre, on pourra mesurer une résistance assez faible, de l'ordre de quelques ohms, selon la nature du terrain. Si on les éloigne un peu, la résistance va augmenter. Et ainsi de suite jusqu'à ce que, à partir d'une certaine distance, la résistance ne varie plus ou peu. Nous aurons atteint les bords de la zone d'influence de chacune des deux terres.

En plantant des piquets de terre en dehors de leur zone d'influence mutuelle et en les réunissant en un unique point de terre, nous obtiendrons la plus faible résistance de terre que l'on puisse obtenir avec ce nombre de piquets de terre

A partir de cette constatation, une méthode de mesure a été élaborée : c'est la méthode de BLAVIER, dite aussi des trois terres. Elle se pratique avec un telluromètre, appareil spécialisé que tout électricien professionnel se doit de posséder.

La méthode de BLAVIER consiste à planter deux piquets auxiliaires en terre, à une distance telle qu'aucune des trois terres (les 2 piquets, plus la terre à mesurer) n'aie d'influence sur les deux autres. En pratique 20 ou 30 m de distance les unes des autres constitue une bonne distance. Puis on mesure la résistance entre les trois terres prises deux par deux.. Enfin quelques calculs simples permettent de calculer la résistance de la terre inconnue.

### Quelques valeurs de résistance suivant le terrain :

Ordres de grandeur de la prise de terre			
Constitution de la prise de terre	Nature du terrain		
	Arables gras Remblais humides	Arables maigres Remblais grossiers	Pierreux secs Sable sec
Longueur minimale des conducteurs enfouis pour une valeur de 100 Ω	10 m	60 m	> 100 m
Résistance*	1 piquet vertical de 1,5 m	165 à 225 Ω	560 à 1 100
	2 piquets	82 à 113 Ω	280 à 560
	3 piquets	55 à 75 Ω	190 à 370

### Réalisation d'une terre aux normes.

Il est strictement interdit d'utiliser des canalisations enterrées comme prises de terre.

Pour les constructions neuves, la législation prévoit la pose en fond de fouille d'un câble de ceinture de cuivre nu de 25 mm<sup>2</sup> de section.

Pour les logements anciens, on peut améliorer la diminution de la résistance de terre en plantant un ou des piquets en terre et en reliant ces piquets à la terre d'origine. La mesure de la résistance de terre nous indiquera si l'on doit ajouter d'autres piquets pour obtenir une bonne terre.

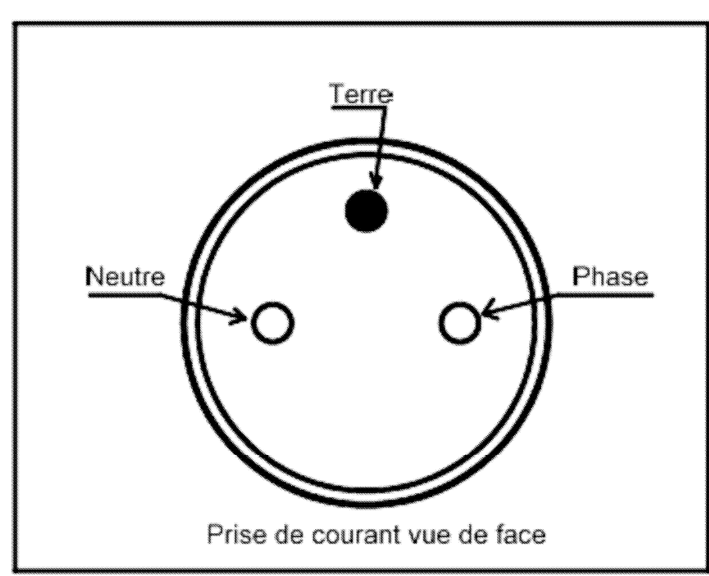
Ne pas planter de piquets de terre au ras des murs de la maison, dans ce qui est la zone de remblai des constructeurs. C'est là où ils ont la sale manie d'enterrer tout ce qu'ils ne veulent pas évacuer : Parpaings, restes de ciments, déchets de carrelage, papiers, cartons, etc. Bref, tout ce qui est mauvais pour avoir une bonne terre.

Autre solution, on creuse une tranchée, de 60 cm de profondeur perpendiculairement au mur de la maison et d'environ 10m. On y enfouit un fil de cuivre nu de 25mm de section ou un ruban de cuivre de 30mm x 2mm. On effectue une mesure de la terre. Si la résistance est encore trop forte, on prolonge la tranchée jusqu'à ce que la valeur maximale désirée soit atteinte. Un grillage plastique rouge est enfouit en terre environ 20 cm au-dessus du fil noyé pour la prévention en cas de travaux..

S'il n'est pas possible de faire une tranchée, on plantera trois piquets de 2m en triangle en les espaçant le plus possible et au moins de deux fois leur longueur. Ils devront atteindre la couche d'humidité permanente

Toutes ces terres se raccordent à un dispositif dit barrette de mesure qui permet d'isoler la terre pour en effectuer la mesure.

Mais la mesure de la prise de terre, ne doit pas être l'occasion de diminuer la protection de l'installation. Ouvrir la barrette de mesure ne peut se faire que si l'alimentation électrique de l'installation est coupée ou si une terre provisoire correspondant à la norme, a été installée.



## Contrôle des terres distribuées et de l'installation :

Un telluromètre est un appareil de mesure coûteux, d'une utilisation trop occasionnelle pour un amateur.

Toutefois de petits appareils sont vendus dans le commerce de détail pour moins de 20 euros (Castruck), qui permettent de vérifier le bon câblage d'une prise de courant et en même temps de vérifier la sensibilité de déclenchement du disjoncteur de protection.

L'usage en est simple : On branche la prise de courant.

Si les 3 LEDs sont allumées, le câblage est bon, on peut continuer par le test de sensibilité.

On règle le commutateur sur la plus faible sensibilité, 10 mA, et on appuie sur le bouton rouge

Si rien ne se passe, on règle sur 15 mA et on appuie encore sur le bouton rouge.

Et ainsi de suite jusqu'à déclencher le disjoncteur. On aura ainsi une idée de la sensibilité de celui-ci.

A la maison, tous les disjoncteurs 30 mA ont déclenché à 25 mA.

A noter que ce petit appareil signale :

- Les inversions phase – neutre,
- L'absence de Terre,
- L'absence de Neutre,
- L'inversion Phase – Terre,
- Et bien sûr l'absence de phase.

**Conclusion :** Votre sécurité trouvera bien 20 euros, l'équivalent de 4 paquets de cigarettes.



Ceci n'est pas une publicité, mais un document.

## Estimation de la résistance d'une prise de terre :

### Méthode pratique sans telluromètre

#### Matériel nécessaire :

- 2 piquets en acier galvanisé de 60 cm de long
- 2 câbles simple conducteur, souple, isolé de 30 m chacun, équipés de fiches banane
- 1 pile de 9 V ou un petit accu de 12V
- 1 résistance bobinée de 220 ohms 2W montée sur une plaquette à bornes isolantes
- Un multimètre universel à haute impédance (> 1Mohms)

#### Les mesures :

Pour chaque position du montage, nous nous trouvons en présence d'un circuit fermé comprenant un générateur, une résistance de référence et la résistance de la terre entre les deux points de mesure. Cette résistance entre deux piquets se décompose en la somme de la résistance de chacun des deux piquets. En réalité, la résistance de chaque piquet se décompose en résistance de l'ensemble piquet et zone d'influence, ce qui nous intéresse vraiment :

La terre inconnue s'appellera X

Les deux terres auxiliaires s'appelleront A et B

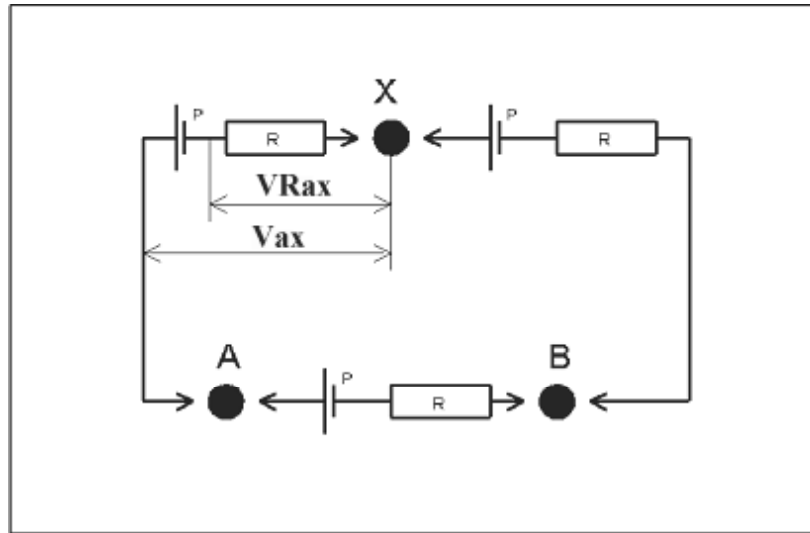
On plantera les deux piquets A et B à 20 ou 30m de X en essayant de faire un triangle équilatéral (... au millimètre près !...)

On constituera ainsi trois couples de terre : X-A, X-B, A-B.

Vérifier d'abord avec le multimètre l'absence de tension alternative entre chaque couple de terre.

Puis on branchera l'ensemble pile résistance successivement sur chaque couple et on mesurera la tension existante

- entre les piquets (on mesure la résistance de terre des couples de piquets :  $R_a + R_b$ ,  $R_x + R_a$ ,  $R_x + R_b$ )
- aux bornes de la résistance pour chacun des branchements de couple de piquets



**On relève :**

Vab = tension entre A et B

Vax = tension entre A et X

Vbx = tension entre B et X

VRab = tension aux bornes de la résistance R du montage branché entre A et B

VRax = tension aux bornes de la résistance R du montage branché entre A et X

VRbx = tension aux bornes de la résistance R du montage branché entre B et X

**Les calculs :**

Pas bien compliqués, ils découlent de la loi d'Ohm avec quelques règles de trois, et une résolution de trois inconnues du premier degré.

Pour chaque couple de mesure, l'intensité dans le circuit est la même dans la résistance et dans le circuit de terre. Donc la résistance de terre de chacun des couples est proportionnelle à la tension relevée entre les piquets et inversement proportionnelle à la tension relevée aux bornes de la résistance de comparaison :

$$R_{ab} = \frac{R_c \times V_{ab}}{V_{Rab}} \quad R_{ax} = \frac{R_c \times V_{ax}}{V_{Rax}} \quad R_{bx} = \frac{R_c \times V_{bx}}{V_{Rbx}}$$

De plus :  $R_{ab} = R_a + R_b$

De même :  $R_{ax} = R_a + R_x$

et :  $R_{bx} = R_b + R_x$

avec  $R_a$ ,  $R_b$  et  $R_x$  qui sont les résistances propres de chacun des piquets (et de leur zone d'influence)

Ainsi, mathématiquement :

$$(R_x + R_b) - (R_a + R_b) = R_x - R_a$$

et  $(R_x + R_a) + (R_x - R_a) = 2 R_x$

$$\text{Donc : } R_x = \frac{(R_x + R_a) + (R_x - R_a)}{2}$$

ou encore

$$R_x = \frac{(R_x + R_a) + (R_x + R_b) - (R_a + R_b)}{2}$$

Or il faut se rappeler que ( Rx + Ra ) c'est la résistance mesurée entre X et A  
 ( Rx + Rb ) = X et B  
 ( Ra + Rb ) = A et B

Vous voyez que ce n'est pas bien compliqué, pas de log, de dB ou autres unités qui font la joie de notre électronique fondamentale.

## Le matériel professionnel

Alors, pourquoi les appareils professionnels sont si cher, plusieurs milliers d'euros voire plus ?

Les circuits de terre qui sont soumis à des tensions continues finissent par se polariser, ce qui amène des variations de résistance, compliquant la mesure. Il est donc nécessaire de lutter contre cette polarisation. Jadis on luttait avec réussite en utilisant une tension continue de grande valeur 250 à 500V. La tension était produite par une magnéto que l'on tournait à la main.

De plus les circuits de terre sont parcourus par des courants de fuites venant de chez vos voisins (...merci monsieur...). Enfin la nature est une grande fille qui sait fabriquer ses propres courants continus ou autres courants impulsionnels et qui circulent tranquillement sous nos pieds, sans autorisation.

La seule solution pour éviter de tout cela et avoir une bonne idée de la résistance à 50 Hz, c'est de faire une mesure en courant alternatif de fréquence aussi proche que possible du 50 Hz pour avoir le même comportement, mais qui en soit bien différente pour éliminer les courants à 50 Hz. Le 55 Hz est habituellement choisi.

Bien sur, les appareils comportent un générateur de 55 Hz, un filtre numérique 55 Hz, un calculeur (les professionnels n'ont pas le temps de sortir leur calculette...). L'appareil affiche alors directement la résistance de terre, avec l'aide de deux piquets auxiliaires.

## Et en ville ?

D'autres méthodes de mesure de la prise de terre sont possibles, lorsque planter des piquets séparé de 20 ou 30 m est impossible, surtout dans le macadam (on devrait écrire Mac Adam, du nom de l'inventeur). Je vous laisse vous documenter.

## Conclusion ouverte

Alors, cette méthode avec une pile de 9 V et une résistance de 220 Ohms, bonne ou mauvaise ?

Essayez, vous aurez tout de même une bonne idée de votre prise de terre, surtout si vous habitez à la campagne.

Bonne bidouille !

Bernard, F1EHX.

Exemple de telluromètre professionnel :

