

Contrôle de l'impédance de la prise de terre dans les bâtiments à usage commercial, industriel et résidentiel

Note d'application

Dans un souci de sécurité, la plupart des installations disposent de systèmes électriques mis à la terre de façon à diriger le courant vers la terre en cas de foudre ou de surtension au niveau d'un équipement. La prise de terre sert d'interface entre le système électrique et la terre. Il est fréquent que les codes électriques et les normes techniques ou locales spécifient l'impédance minimale de la prise de terre afin de garantir la fiabilité du raccordement. L'association internationale des essais électriques (NETA) stipule que la prise de terre d'un système en bon état avec un temps de service moyen doit être testée tous les trois ans. La présente note d'application traite en détail des principes et de la sécurité de la mise à la masse/terre. Elle vise également à décrire les procédures d'essai : méthode de chute de potentiel à 3 et 4 pôles, méthode sélective, méthode sans piquet et méthode à 2 pôles.

Pourquoi une mise à la terre ?

Le code électrique national des États-Unis (NEC) invoque deux raisons majeures pour la mise à la terre d'une installation.

- Stabiliser la tension par une mise à la terre dans des conditions de fonctionnement normales.
- Limiter les hausses de tension générées par la foudre, les surtensions au sein du circuit ou des contacts accidentels avec des lignes à haute tension.

Le courant revient systématiquement à sa source en empruntant le chemin qui lui oppose le moins de résistance, peu importe qu'il s'agisse du trans-

formateur d'un équipement, de celui de l'installation ou d'un générateur. La foudre, quant à elle, retourne systématiquement vers la terre. Si la foudre s'abat sur les lignes des équipements ou à proximité d'un bâtiment, une prise de terre de faible impédance facilitera l'acheminement de l'énergie en direction de la terre. Les systèmes de mise à la terre et de liaison servent à relier le système électrique et la structure métallique du bâtiment à la terre, à proximité de la construction. En cas de foudre, l'installation est soumise à un potentiel à peu près équivalent. Le maintien du gradient de potentiel à un niveau faible permet de minimiser les dommages.

Si la ligne d'un équipement moyenne tension (supérieure à 1 000 V) entre en contact avec une ligne basse tension, il peut se produire une surtension considérable au niveau des installations situées à proximité. Une prise de faible impédance permet de limiter la hausse de tension de l'installation. Une terre de faible impédance peut également constituer une voie de retour pour les courants transitoires générés

par les équipements. La figure 1 illustre le système de mise à la terre d'un bâtiment commercial.

Impédance de la prise de terre

L'impédance de la prise par rapport à la terre varie en fonction de deux facteurs, à savoir la résistivité du sol environnant et la structure de la prise. La résistivité est la capacité de conduction de courant d'un matériau donné.

La résistivité de la terre est complexe, pour les raisons suivantes :

- Elle est fonction de la composition du sol (par ex. argile, gravier et sable).
- Elle peut varier sur de courtes distances du fait du mélange des différents matériaux.
- Elle dépend de la teneur en minéraux (par ex. le sodium).
- Elle évolue en fonction de la compression et peut changer au fil du temps sous l'effet du tassement.
- Elle change en fonction de la température, du gel (et donc selon les saisons). La résistivité augmente lorsque la température baisse.
- Elle peut être affectée par l'enfouissement de réservoirs métalliques, de canalisations, de barres d'armature, etc.
- Elle varie en fonction de la profondeur.

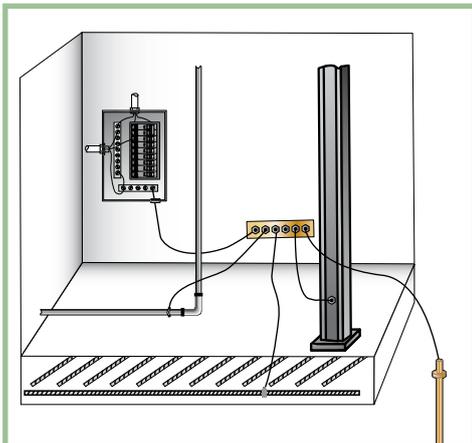


Figure 1 : système de mise à la terre combinant une électrode à tige et un renfort d'acier

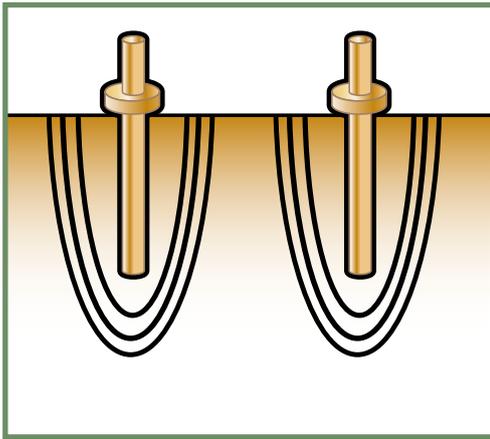


Figure 2 : prises de terre et « zones d'influence » environnantes

La résistivité pouvant diminuer avec la profondeur, il est possible d'enfouir plus profondément la prise pour réduire l'impédance. La mise en place d'un réseau de piquets, d'une boucle conductrice ou d'une grille sont autant de procédés couramment utilisés pour augmenter la portée effective d'une mise à la terre. Les piquets doivent être situés hors de la « zone d'influence » des autres pour être plus efficaces (voir figure 2). Il convient en règle générale d'établir entre les éléments une distance supérieure à leur longueur. Par exemple, les piquets mesurant 2,5 m doivent être espacés de plus de 2,5 m pour offrir une efficacité maximale.

Le code électrique national des États-Unis stipule un seuil d'impédance acceptable de 25 ohms. La norme 142 de l'IEEE, intitulée « Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems » (Pratiques préconisées pour la mise à la terre des systèmes électriques industriels et commerciaux, « livre vert »), préconise une résistance de 1 à 5 ohms entre la prise de terre principale et la terre pour les systèmes étendus à vocation industrielle ou commerciale. Il incombe aux responsables des sites et aux autorités locales, et notamment à l'autorité compétente, de définir les seuils acceptables en termes d'impédance des prises de terre.

Remarque : les systèmes de distribution d'électricité fournissent un courant alternatif et les testeurs de terre fonctionnent avec du courant alternatif. Vous êtes en droit de penser qu'il est question d'impédance et non de résistance. Toutefois, à la fréquence de la ligne d'alimentation,

la composante résistive de l'impédance terrestre est généralement beaucoup plus élevée que la composante réactive. C'est la raison pour laquelle les termes impédance et résistance sont utilisés indifféremment.

Fonctionnement des testeurs d'impédance de terre

On distingue deux types de testeurs d'impédance de terre. Il s'agit des testeurs de terre à 3 et 4 pôles et des pinces de terre (voir figure 3). Quel que soit le type, le principe consiste à appliquer une tension à la prise et à mesurer le courant qui en résulte. Les testeurs de terre à 3 ou 4 pôles combinent une source de courant et un dispositif de mesure de la tension au sein d'une mallette ou d'un boîtier de type multimètre. Ils sont associés à divers piquets et/ou pinces. Les testeurs de terre présentent les caractéristiques suivantes :

- Courant de test alternatif. La terre ne conduit pas très bien le courant continu.
- Fréquence de test proche mais différenciable de la fréquence d'alimentation et de ses harmoniques. Ceci évite que les courants parasites n'interfèrent avec les mesures de l'impédance de terre.
- Séparation des cordons de mesure et de source permettant de compenser la longueur des cordons.
- Filtre d'entrée conçu pour détecter son signal propre et bloquer tous les autres.

Les pinces de terre ressemblent à une grande pince multimètre. Elles sont toutefois très différentes, car elles disposent d'un transformateur source et d'un transformateur de mesure. Le transformateur source applique une tension à la boucle testée et le transformateur de mesure détecte le courant qui en résulte. La pince de terre met en œuvre une technologie de filtrage perfectionnée qui lui permet d'identifier son propre signal et d'éliminer tous les autres.

Sécurité relative aux mesures de terre

Portez systématiquement des gants isolants, des lunettes de protection,

ainsi que tout équipement approprié pour procéder aux raccordements. Il serait imprudent de considérer que la prise de terre présente une tension ou une intensité nulle pour les raisons ci-dessous.

Pour tester une prise de terre selon la méthode de base (ou technique de chute de potentiel), **il convient de déconnecter la prise du bâtiment.**

De nouvelles méthodes sélectives permettent de réaliser des mesures précises sans déconnecter la prise. Reportez-vous à la « Méthode sélective ». Tout défaut de mise à la terre du système peut se traduire par un courant important au niveau du conducteur de terre.

Il convient d'utiliser une pince multimètre pour contrôler le courant avant de mesurer l'impédance. Si le résultat de la mesure est supérieur à 1 ampère, il est préconisé de rechercher la source de courant avant de poursuivre. S'il est nécessaire de déconnecter la prise du système électrique, il convient de le faire à l'occasion d'un arrêt pour maintenance, de façon à pouvoir mettre le système hors tension.

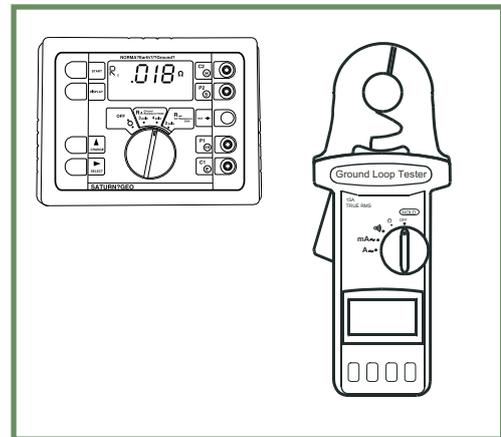


Figure 3

Si cela n'est pas possible, raccordez une prise auxiliaire au système électrique pendant la durée du test. Ne déconnectez jamais une prise de terre en présence d'un risque de foudre.

Tout défaut de mise à la terre dans le voisinage peut provoquer des hausses de la tension de la terre. Le défaut de mise à la terre peut induire une tension entre les prises même s'il n'est pas imputable à l'installation testée. Ceci peut s'avérer tout particulièrement dangereux à proximité de postes électriques ou de lignes de

transport d'électricité, car le courant à la terre peut être élevé. (Les tests de mise à la terre des pylônes ou des postes électriques sont soumis à des procédures spécifiques « phase/terre » qui ne sont pas abordées dans la présente note d'application.) Les testeurs d'impédance de terre font appel à une énergie beaucoup plus élevée que les multimètres standard. L'intensité produite peut atteindre 250 mA. Veillez à ce que toutes les personnes situées dans la zone de test soient conscientes du danger et interdisez-leur de toucher les sondes lorsque l'instrument est en cours de fonctionnement.

Mesure de la résistance du raccordement de la prise

Avant de tester la prise, commencez par vérifier son raccordement au système de liaison de l'installation. La plupart des testeurs qui mesurent la chute de potentiel sont tout indiqués pour ce faire, puisqu'ils peuvent mesurer 2 pôles et détecter des résistances ohmiques faibles. La valeur doit être inférieure à 1 ohm :

- au niveau de la tresse de mise à la terre principale ;
- entre la tresse de mise à la terre principale et le conducteur de la prise de terre ;
- entre le conducteur de la prise de terre et la prise de terre ;
- en tout point de raccordement intermédiaire entre la tresse de mise à la terre principale et la prise de terre.

Méthode de chute de potentiel

La méthode de chute de potentiel est la procédure classique pour mesurer la résistance de la prise de terre. Elle figure dans la norme IEEE 81 intitulée « Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance and Earth Surface Potentials of a Ground System » (Guide de mesure de la résistivité, de l'impédance de la terre et des potentiels de surface d'un système de mise à la terre). Cette procédure basique convient parfaitement pour les petits systèmes de mise à la terre comportant un ou deux piquets. Nous aborderons également la « méthode de Tagg », laquelle permet de tirer des conclusions précises sur des systèmes plus vastes. Rappelons que cette méthode

suppose de déconnecter la prise de terre du circuit de service électrique du bâtiment.

Principes de base

La méthode de la chute de potentiel utilise un raccordement à la terre en trois points. Elle est souvent appelée « méthode tripolaire ». Un quatrième cordon peut être utile pour des mesures précises au niveau de prises de faible impédance, mais nous commencerons par un système à trois cordons.

Les raccordements s'effectuent aux points suivants :

- E/C1 – la prise de terre à tester ;
- S/P2 – un piquet de mesure de tension (potentiel) planté en terre à quelque distance de la prise. On l'appelle parfois prise auxiliaire de potentiel ;
- H/C2 – un piquet de courant enfoncé en terre plus loin. On l'appelle parfois prise auxiliaire de courant. La figure 4 schématise le principe et la figure 5 illustre les trois connexions nécessaires avec un testeur de terre type.

Le testeur de terre injecte un courant alternatif dans la terre, entre la prise testée (E) et le piquet de courant (C2). Le testeur de terre mesure la chute de tension entre le piquet P2 et E. Il calcule ensuite la résistance entre P2 et E à l'aide de la loi d'Ohm. Pour effectuer le test, le piquet C2 doit être situé à distance de la prise testée. Ensuite, le piquet P2 est déplacé le long de la ligne située entre E et C2, ce qui permet de mesurer l'impédance sur ce parcours.

La difficulté réside dans la détermination de l'endroit où les piquets doivent être enfoncés pour mesurer fidèlement la résistance entre la prise et la terre.

À quel point les salissures environnant la prise cessent-elles de contribuer à la résistance et où commence la terre ? La résistance entre la prise et nos piquets n'est pas ce qui nous intéresse ici. Nous essayons de déterminer quelle serait la résistance opposée à un courant de défaut alors qu'il parcourt la masse de la terre. La sonde de courant génère une tension entre elle-même et la prise testée. La tension est faible à proximité de la prise et devient nulle dès

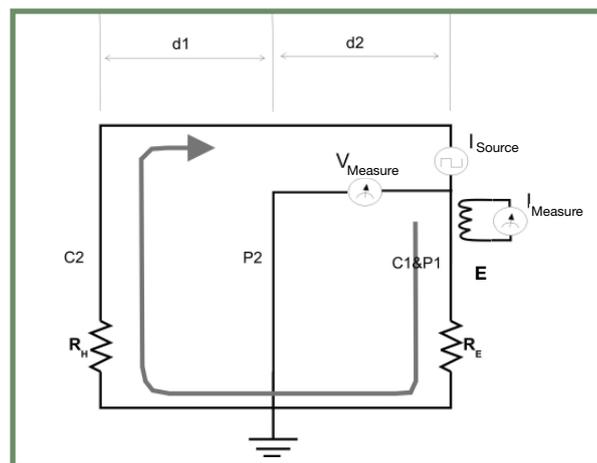


Figure 4 : schéma de la chute de potentiel

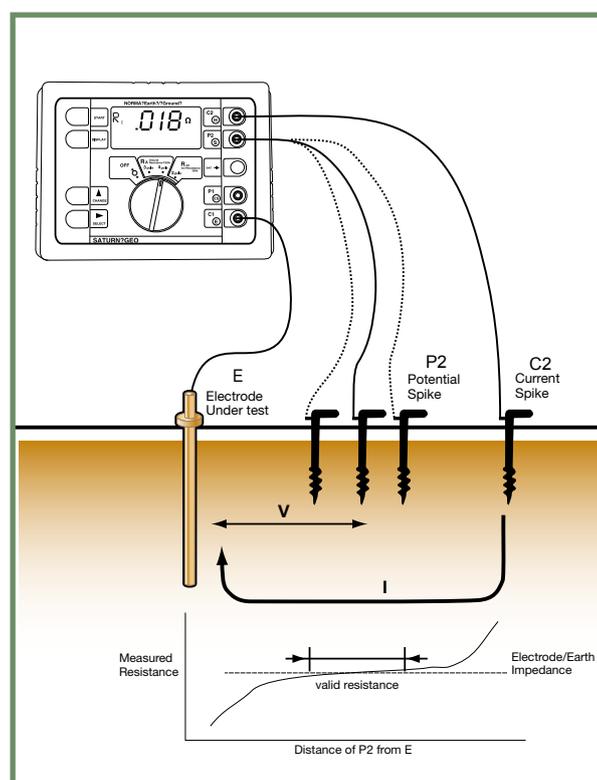


Figure 5 : le tracé des impédances mesurées par rapport à la position du piquet de potentiel permet de connaître l'impédance de terre.

Conseils de mesure

- Effectuez une mesure soignée sur une longue distance.
- Cinq mesures au minimum, et plus probablement sept ou neuf mesures sont nécessaires pour trouver la portion horizontale de la courbe.
- Il peut être judicieux d'effectuer trois de ces mesures en plaçant respectivement le piquet P2 à 20 %, 40 % et 60 % de la distance qui sépare E de C2. Ceci vous permettra d'avoir recours à la « méthode de Tagg ».
- Lorsque vous plantez les piquets, veillez à bien aligner le piquet de courant, le piquet de potentiel et la prise à tester.
- Si les mesures révèlent une impédance très élevée ou hors plage, essayez de verser de l'eau autour des piquets de test pour améliorer leur contact avec le sol. Il ne s'agit aucunement de tricher, le but n'étant pas de mesurer la résistance de nos piquets, mais celle de la prise.
- Isolez les cordons de potentiel et de courant pour éviter les interférences des signaux.
- S'il est question d'un nouveau site de construction, vous pouvez prendre plusieurs séries de mesures. La résistance peut diminuer au fil du temps, sous l'effet du tassement.

lors que celle-ci est en contact avec le piquet P. À proximité de la prise, on estime que la sonde de potentiel est sous l'influence de la prise. À proximité de la sonde de courant, la tension est quasiment équivalente à celle émise par le testeur. C'est entre ces deux extrémités qu'il se produit quelque chose d'intéressant. Dès que l'on s'éloigne de la zone d'influence des prises et que l'on s'approche de la masse de la terre, le courant de test ne cause plus de variation significative de potentiel. Si l'on effectue une série de mesures en éloignant progressivement le piquet de potentiel de la prise testée en direction du piquet de courant, la courbe s'aplanit. La courbe idéale est illustrée à la figure 5 (voir page précédente). **La partie la plus plane de la courbe correspond à la zone de lecture de la résistance de terre.**

La courbe ne devient jamais totalement plane dans la réalité, mais elle amorce une pente infime lorsque les variations de résistance sont moindres.

L'amplitude de l'influence de la prise est fonction de sa profondeur et de sa surface. Les prises profondément enfouies nécessitent de déporter le piquet de courant plus loin (voir tableau 1). Dans le cas de grandes boucles de terre, de grilles ou de réseaux de piquets, la zone

d'influence peut s'étendre sur une centaine de mètres. Le tableau 2 donne des points de départ pour l'implantation du piquet de courant et du piquet de potentiel.

Du fait des possibilités d'interaction entre les boucles, les grilles ou les réseaux de piquets et les piquets de mesure, il est déconseillé d'avoir recours à des raccourcis. Il convient de tracer la courbe de chute de potentiel pour s'assurer de la fiabilité et de la précision des résultats. Lorsque l'on teste un réseau de prises reliées, la résistance combinée du réseau est inférieure à la mesure la plus basse relevée sur une prise seule. Si vous disposez, par exemple, de deux piquets de 2,5 m distants de plus de 2,5 m, vous pouvez être certain que la résistance combinée sera considérablement plus faible pour le système dans son ensemble. La mesure à trois fils donne de bons résultats si le cordon C1 est court ou si la portion décimale de résistance du cordon ne revêt pas d'importance particulière dans les résultats. Si les mesures de la résistance de terre sont supérieures à 10 ohms, l'impact de la résistance du cordon C1 sera moindre. Toutefois, si des mesures très précises sont requises, et particulièrement dans le cas de faibles résistances, un testeur à quatre fils permet de disposer d'un quatrième cordon qui élimine l'impact du cordon C1. Le

Tableau 1 : distance approximative des piquets auxiliaires avec la méthode des 62 % (en mètres)

Profondeur de la prise testée (E)	Distance du point E au piquet de potentiel (P2)	Distance du point E au piquet de courant (C2)
2	15	25
3	19	30
6	25	40
9	31	50

Tableau 2 : distance approximative des piquets auxiliaires pour les réseaux de prises (en mètres)

Dimension la plus élevée (diagonale, diamètre ou droite) du réseau de prises à tester (E)	Distance du point E au piquet de potentiel (P2)	Distance du point E au piquet de courant (C2)
20	30	50
25	50	80
30	70	100
50	100	170
70	130	200

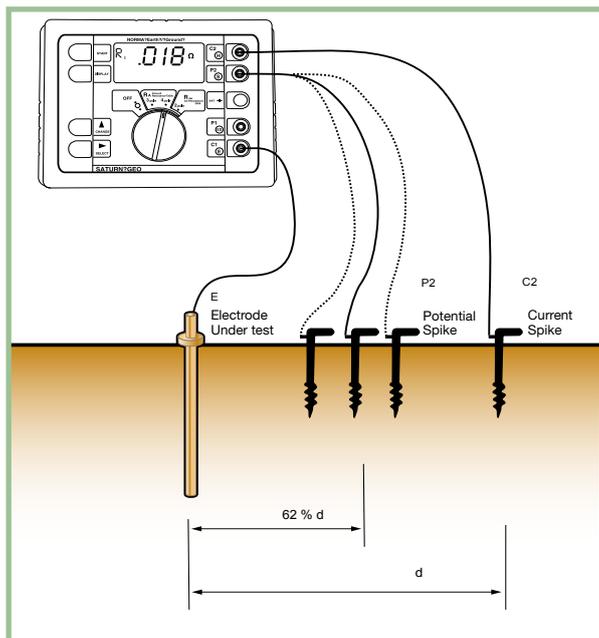


Figure 6 : positionnement du piquet avec la méthode des 62 %.

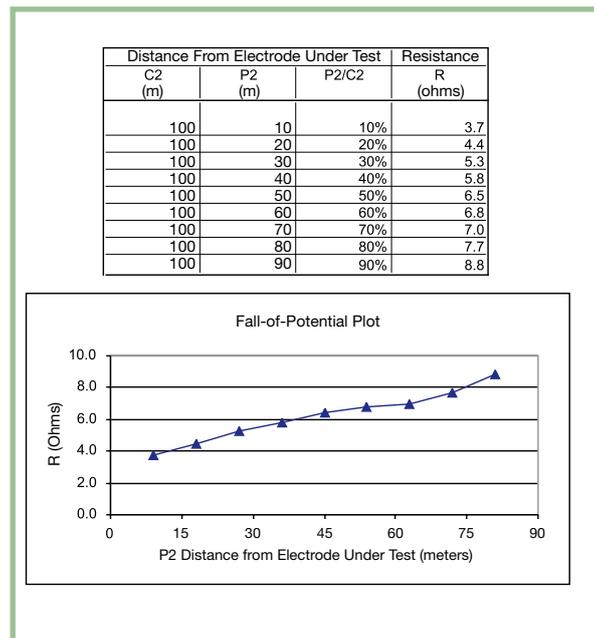


Figure 7 : l'impédance de terre peut être retrouvée, sur cette courbe, en faisant appel à la méthode de Tagg.

cordons de potentiel distinct (P1) reliés à la prise testée permet d'exclure de la mesure la chute observée le long du cordon de courant C1.

Méthode des 62 %

Vous pouvez utiliser un raccourci à condition que le test réponde aux critères suivants :

- Le test doit se rapporter à une prise simple (et non à une grille ou une plaque de vastes dimensions).
- Vous avez la possibilité de placer le piquet de courant à 30 mètres ou plus de la prise à tester.
- Le sol est homogène.

Dans ces conditions, vous avez la possibilité de placer le piquet de courant à 30 mètres ou plus de la prise à tester. Placez le piquet de potentiel à 62 % de la distance qui sépare le piquet de courant de la prise testée, puis prenez une mesure. Effectuez deux autres mesures à titre de vérification : l'une en décalant la sonde de potentiel d'un mètre en direction de la prise à tester, et l'autre en l'éloignant d'un mètre (voir figure 6). Si cela correspond à la portion plane de la courbe de chute de potentiel, les valeurs relevées seront à peu près identiques et vous pourrez considérer que la première mesure indique la résistance.

Méthode de Tagg

Les prises ou les systèmes de mise à la terre de grandes dimensions nécessitent des mesures spécifiques. Si vous avez effectué le tracé avec les valeurs de résistance relevées en neuf points différents de P2 et que la courbe ne présente pas de portion plane évidente, la méthode de Tagg (également appelée méthode de la pente) permet d'établir l'impédance de terre.

La figure 7 illustre une série de données ne présentant visiblement pas de portion plane. Cette courbe est typique d'un test au cours duquel les sondes de courant et de potentiel ne se démarquent pas de la zone d'influence de la prise testée. Ce genre de courbe peut avoir de multiples raisons :

- Dans le cas de systèmes de mise à la terre couvrant une vaste superficie, il peut être difficile de placer les piquets suffisamment loin.
- Il se peut qu'il soit impossible de positionner le piquet C1 au centre de la prise.
- La surface disponible pour l'implantation des piquets peut être restreinte.

Si vous avez relevé des valeurs de résistance à 20 %, 40 % et 60 % de la distance entre E et C2, vous pouvez appliquer cette méthode aux données dont vous disposez déjà.

Calculez le coefficient de la pente (μ) à l'aide des trois mesures de résistance effectuées respectivement à 20 %, 40 % et 60 % de la distance qui sépare la prise testée du piquet de courant C2.

$$\mu = \frac{(R_{60\%} - R_{40\%})}{(R_{40\%} - R_{20\%})}$$

Reportez-vous ensuite au tableau au dos de la présente note d'application et recherchez le rapport P2/C2 correspondant au coefficient μ . Vous saurez alors quelle partie de votre courbe vous devez considérer pour établir la résistance de terre. Cas des données de la figure 7 :

$$\mu = \frac{(6.8 - 5.8)}{(5.8 - 4.4)} = 0.71$$

Le tableau indique, pour une valeur $\mu = 0,71$, un pourcentage P2/C2 de 59,6 %. La résistance de terre doit donc être mesurée à (59,6 % X 100 m), soit 59,6 m. Cette valeur est extrêmement proche de notre point à 60 %, situé à 60 m, où la valeur de résistance est de 6,8 ohms. Nous pouvons donc raisonnablement affirmer que la résistance de terre de la prise concernée est de 6,8 ohms environ.

Méthode sélective

La méthode sélective est une variante de la méthode de chute de potentiel, applicable avec des testeurs de terre haut de gamme tels que le Fluke 1625. Les testeurs possédant ces caractéristiques peuvent mesurer l'impédance d'une prise de terre spécifique sans qu'il soit nécessaire de la dissocier du réseau ou du système de distribution de la structure. Il n'est donc pas nécessaire d'attendre une coupure pour effectuer le test ou de prendre des risques en déconnectant la prise de terre d'un système sous tension. Les principes d'implantation du piquet de courant et du piquet de potentiel sont les mêmes que dans le cadre de la mesure de chute de potentiel. Si les conditions applicables à la méthode des 62 % (voir page précédente) sont réunies, il est possible de réduire le nombre de mesures. Dans le cas contraire, il est judicieux d'effectuer un tracé complet de chute de potentiel. La méthode de Tagg peut être utilisée si la courbe ne s'aplanit pas.

La méthode de chute de potentiel, tout comme la méthode sélective, utilise des piquets pour l'injection de courant et la mesure de la chute de tension. La grande différence réside dans le fait que le test sélectif permet de mesurer précisément le courant de test de la prise. Le conducteur neutre de l'équipement, la structure d'acier du bâtiment et la prise de terre sont tous reliés et mis à la terre. Si l'on injecte un courant dans ce système de mises à la terre parallèles, celui-ci est divisé. Dans le cadre d'un test de chute de potentiel classique, il est impossible de connaître la quantité de courant entre une prise donnée et le piquet de courant C2. Le test sélectif fait appel à une pince avec transformateur de courant ultrasensible intégré pour mesurer le courant de test dans la prise concernée. La figure 8 illustre l'intégration du transformateur de courant au sein du circuit de test. Le testeur de terre sélectif applique un filtre numérique au courant mesuré afin de minimiser l'impact des courants parasites. La possibilité

de mesurer précisément le courant de la prise testée permet d'isoler efficacement celle-ci et de la tester sans avoir à la déconnecter du système ou des autres prises.

Méthode sans piquet ou à pince

La méthode « sans piquet » ou « à pince » permet de mesurer l'impédance d'une boucle de prises de terre. Ce test est simple et peut

s'effectuer sur une prise raccordée au service électrique.

Pour effectuer la mesure, le testeur fait appel à un transformateur spécifique qui génère une tension sur le conducteur de masse à une fréquence de test unique. Il utilise un deuxième transformateur qui permet d'identifier la fréquence de test et de mesurer le courant à travers le circuit.

Cette méthode est prise en charge par certains testeurs de type chute de potentiel (Fluke 1625 ou Fluke 1623) ou par des pinces simples telles que la Fluke GEO 30. La figure 10 illustre le raccordement des pinces d'alimentation et de mesure du Saturn GEO X. La figure 9 (voir page suivante) montre le circuit de test correspondant à la méthode sans piquet. Lorsque l'on sonde la prise de terre d'un bâtiment selon cette méthode, le test s'applique en fait à une boucle constituée des éléments suivants :

- prise testée
 - conducteur de la prise de terre
 - tresse de mise à la terre principale
 - conducteur neutre de service
 - liaison neutre/terre de l'équipement
 - conducteurs de terre de l'équipement (entre les pôles)
 - masse des pôles de l'équipement
- Cette méthode intégrant le service dans le circuit, elle suppose que ce dernier est entièrement câblé et ne peut pas être utilisée sans avoir au préalable été branché à l'équipement. Dans le cadre de cette méthode, la pince sert à contrôler la continuité des interconnexions de tous les éléments énumérés ci-dessus. Une mesure anormalement élevée ou un circuit ouvert indique un mauvais raccordement entre minimum deux des composants critiques cités précé-

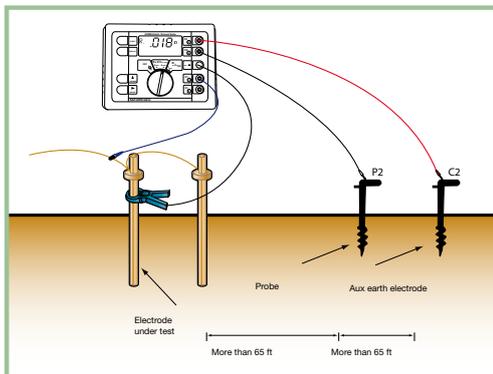


Figure 8 : raccordements pour la mesure sélective de la prise de terre

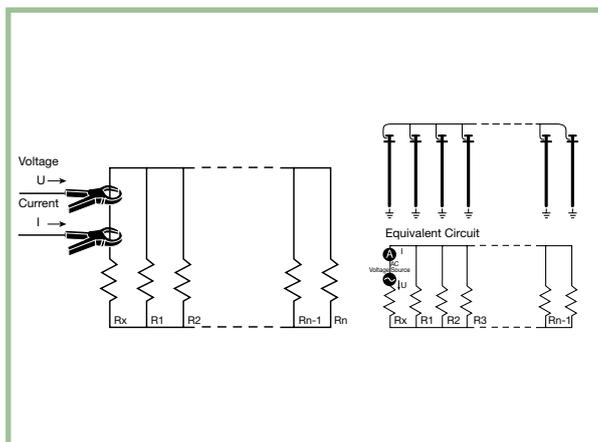


Figure 9 : raccordements pour la mesure sélective de l'impédance de la prise Figure

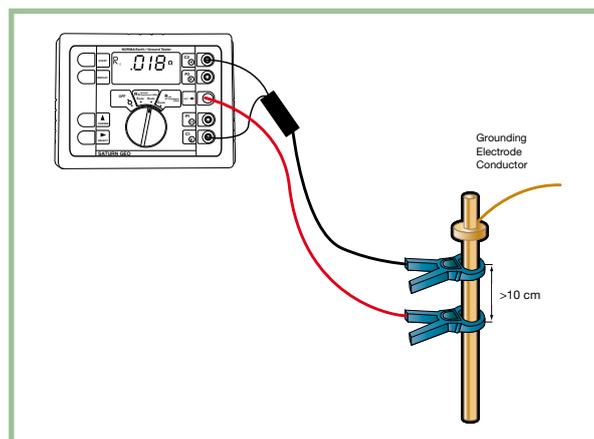


Figure 10 : raccordement du Saturn GEO X dans le cadre d'une mesure sans piquet

demment.

Cette méthode nécessite un chemin de faible impédance parallèle à la prise testée. La prise de terre de la plupart des installations est branchée en parallèle avec la prise de terre d'un grand nombre d'équipements. Cette prise de terre peut revêtir différentes formes, comme une prise polaire, une plaque d'extrémité polaire ou un conducteur neutre non isolé. Les impédances des différentes prises de terre des équipements s'associent généralement pour former une impédance très faible. Prenons un exemple. Imaginons que vous disposez de 40 prises unipolaires d'environ 20 Ω chacune et que ces prises sont raccordées par le biais d'un fil de terre de faible impédance qui relie un pôle à l'autre. L'équivalence de résistance de ces 40 prises montées en parallèle est la suivante :

$$R_{eq} = \frac{1}{40 \times \frac{1}{20\Omega}} = \frac{1}{2} \Omega$$

Une valeur d'un demi ohm étant infime comparée à la résistance attendue pour la prise testée, nous pouvons partir du principe que la majeure partie de la résistance mesurée est due à la résistance de terre de la prise.

Cette méthode recèle des pièges potentiels :

Si vous n'effectuez pas la mesure à l'endroit qui convient dans le système, vous risquez de tomber sur une résistance de boucle câblée, par exemple un anneau de terre ou un système parafoudre. Si votre propos est de déterminer la résistance de terre, la mesure d'une boucle conduc-

trice risque de donner des valeurs de résistance anormalement basses.

Vous pouvez trouver des valeurs basses du fait de l'interaction de deux prises extrêmement proches et par là même reliées, comme des conduites enterrées, des canalisations d'eau, etc. La qualité de la mesure est fonction de la disponibilité des chemins parallèles. Si un bâtiment est exclusivement alimenté par un générateur ou un transformateur qui dispose d'une seule prise, on ne peut pas supposer qu'il existe des chemins multiples et la mesure indiquera la résistance de terre des deux prises. Cette méthode ne permet alors pas de mesurer la résistance de terre. Tout problème du système de mise à la terre de l'équipement est susceptible de fausser les valeurs.

En règle générale, si les valeurs obtenues sont inférieures à 1 ohm, il convient de procéder à une vérification pour s'assurer que la mesure ne s'applique pas à une boucle conductrice câblée, mais à la résistance de terre.

Méthode à deux pôles

La méthode à deux pôles utilise une « électrode auxiliaire » comme une canalisation d'eau. La figure 12 illustre les raccordements. Le testeur mesure la résistance de terre combinée de la prise testée, la résistance de terre de l'électrode auxiliaire et enfin la résistance des cordons de mesure. Nous partons du principe que la résistance de terre de l'électrode auxiliaire est très faible, ce qui est probablement vrai dans le cas d'une canalisation en métal dépourvue de segments en matière plastique ou

de joints isolés.

L'impact des cordons de mesure peut être écarté grâce à une mesure réalisée en court-circuitant les deux cordons et en retirant cette valeur de la mesure finale.

Bien que la méthode à deux pôles soit pratique, elle demande de grandes précautions :

Une canalisation d'eau peut contenir des composants en PVC qui peuvent augmenter considérablement sa résistance de terre. La méthode à deux pôles risque dans ce cas de donner

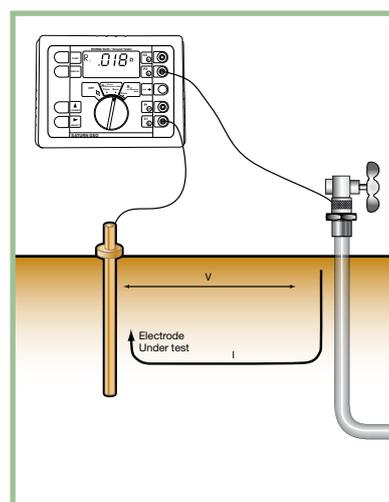


Figure 12 : circuit équivalent pour une mesure en deux points

une valeur trop élevée.

Il se peut que l'électrode auxiliaire soit située dans la zone d'influence de la prise testée. Dans ce cas, la valeur trouvée sera inférieure à la réalité. Du fait des incertitudes liées à cette technique, celle-ci n'est préconisée que lorsque l'on connaît bien le système de mise à la terre et l'électrode auxiliaire.

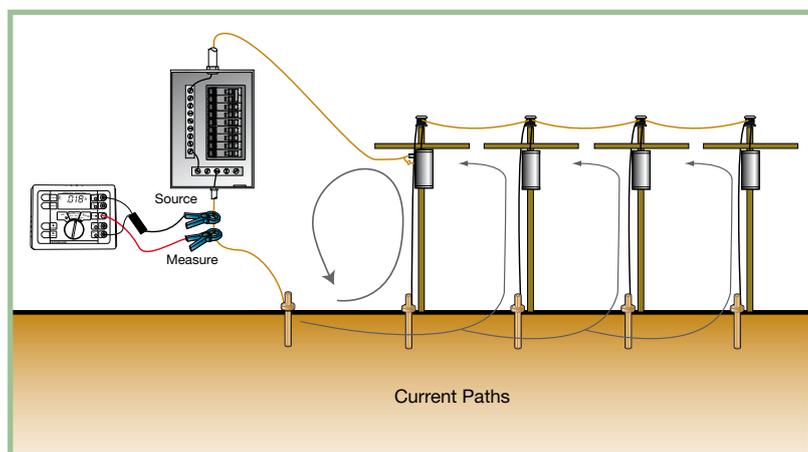


Figure 11 : test des chemins de courant dans le cadre de la méthode sans piquet

Récapitulatif des méthodes de test des prises de terre		
	Avantages	Inconvénients
Chute de potentiel	<ul style="list-style-type: none"> • Largement utilisée • Courbe caractéristique permettant de s'assurer que les mesures sont correctes 	<ul style="list-style-type: none"> • Nécessité de déconnecter la terre • Difficultés possibles quant à l'implantation des piquets • Risque d'espace insuffisant autour de la prise de terre pour planter les piquets
Méthode sélective	<ul style="list-style-type: none"> • Nul besoin de déconnecter la prise • Largement utilisée • Courbe caractéristique permettant de s'assurer que les mesures sont correctes 	<ul style="list-style-type: none"> • Difficultés possibles quant à l'implantation des piquets • Risque d'espace insuffisant autour de la prise de terre pour planter les piquets
Méthode sans piquet	<ul style="list-style-type: none"> • Pratique 	<ul style="list-style-type: none"> • Nécessité d'un chemin parallèle de faible impédance • Possibilité d'obtenir des valeurs très faibles en mesurant une boucle câblée par erreur
Méthode à deux pôles	<ul style="list-style-type: none"> • Pratique 	<ul style="list-style-type: none"> • Impossibilité de juger de l'intégrité de l'électrode auxiliaire • Incertitude quant au positionnement hors de la zone d'influence

Tableau relatif à la méthode de Tagg (2 décimales)

μ	P2/C2								
	%		%		%		%		%
0.40	64.3	0.65	60.6	0.90	56.2	1.15	50.7	1.40	43.1
0.41	64.2	0.66	60.4	0.91	56.0	1.16	50.4	1.41	42.7
0.42	64.0	0.67	60.2	0.92	55.8	1.17	50.2	1.42	42.3
0.43	63.9	0.68	60.1	0.93	55.6	1.18	49.9	1.43	41.8
0.44	63.7	0.69	59.9	0.94	55.4	1.19	49.7	1.44	41.4
0.45	63.6	0.70	59.7	0.95	55.2	1.20	49.4	1.45	41.0
0.46	63.5	0.71	59.6	0.96	55.0	1.21	49.1	1.46	40.6
0.47	63.3	0.72	59.4	0.97	54.8	1.22	48.8	1.47	40.1
0.48	63.2	0.73	59.2	0.98	54.6	1.23	48.6	1.48	39.7
0.49	63.0	0.74	59.1	0.99	54.4	1.24	48.3	1.49	39.3
0.50	62.9	0.75	58.9	1.00	54.2	1.25	48.0	1.50	38.9
0.51	62.7	0.76	58.7	1.01	53.9	1.26	47.7	1.51	38.4
0.52	62.6	0.77	58.5	1.02	53.7	1.27	47.4	1.52	37.9
0.53	62.4	0.78	58.4	1.03	53.5	1.28	47.1	1.53	37.4
0.54	62.3	0.79	58.2	1.04	53.3	1.29	46.8	1.54	36.9
0.55	62.1	0.80	58.0	1.05	53.1	1.30	46.5	1.55	36.4
0.56	62.0	0.81	57.9	1.06	52.8	1.31	46.2	1.56	35.8
0.57	61.8	0.82	57.7	1.07	52.6	1.32	45.8	1.57	35.2
0.58	61.7	0.83	57.5	1.08	52.4	1.33	45.5	1.58	34.7
0.59	61.5	0.84	57.3	1.09	52.2	1.34	45.2	1.59	34.1
0.60	61.4	0.85	57.1	1.10	51.9	1.35	44.8		
0.61	61.2	0.86	56.9	1.11	51.7	1.36	44.5		
0.62	61.0	0.87	56.7	1.12	51.4	1.37	44.1		
0.63	60.9	0.88	56.6	1.13	51.2	1.38	43.8		
0.64	60.7	0.89	56.4	1.14	50.9	1.39	43.4		

Fluke. *Soyez à la pointe du progrès avec Fluke.*

Fluke France S.A.S.

Paris Nord II
69, rue de la Belle Etoile-Bât.D
B.P. 50236 Roissy en France
95956 ROISSY CDG CEDEX
Téléphone: (01) 48 17 37 37
Fax: (01) 48 17 37 30
E-mail: info@fr.fluke.nl

Web: www.fluke.fr

N.V. Fluke Belgium S.A.

Langveld Park – Unit 5
P. Basteleusstraat 2-4-6
1600 St. Pieters-Leeuw
Tel: 02/40 22 100
Fax : 02/40 22 101
E-mail: info@fluke.be

Web: www.fluke.br

Fluke (Switzerland) GmbH

Industrial Division
Grindelstrasse 5
8304 Wallisellen
Tel: 044 580 75 00
Fax: 044 580 75 01
E-mail: info@ch.fluke.nl

Web: www.fluke.ch

©Copyright 2006 Fluke Corporation. Tous droits réservés. Les prix annoncés sont des prix publics H.T. conseillés. Imprimé aux Pays-Bas 06/2006
Informations modifiables sans préavis.
Pub_ID: 11095-fre