

Guide de la mesure de terre





La mesure de terre

Dans toute installation domestique et industrielle, le raccordement d'une prise de terre est une des règles de base à respecter pour garantir la sécurité du réseau électrique.

L'absence de prise de terre peut entraîner de réels dangers pour la vie des personnes et la mise en péril des installations électriques et des biens. Cependant, cette seule disposition ne suffit pas à garantir une sécurité totale. Seuls des contrôles réguliers peuvent attester du bon fonctionnement de l'installation électrique.

De nombreuses méthodes de mesure de terre existent en fonction du type de régimes de neutre, du type d'installation (domestique, industrielle, milieu urbain, campagne, etc), de la possibilité de mise hors-tension, etc.

Pourquoi faut-il une mise à la terre ?

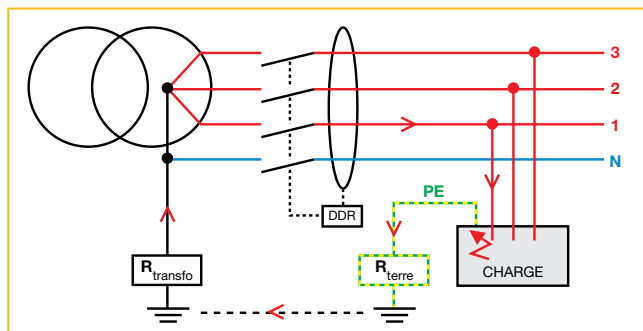
La mise à la terre consiste à réaliser une liaison électrique entre un point donné du réseau, d'une installation ou d'un matériel et une prise de terre. Cette dernière est une partie conductrice, pouvant être incorporée dans le sol ou dans un milieu conducteur, en contact électrique avec la terre.

La mise à la terre permet ainsi de relier à une prise de terre, par un fil conducteur, les masses métalliques qui risquent d'être mises accidentellement en contact avec le courant électrique par suite d'un défaut d'isolement dans un appareil électrique. Le courant de défaut n'aura ainsi pas de danger pour les individus puisqu'il pourra s'évacuer par la terre. Sans une mise à la terre, l'individu sera soumis à une tension électrique qui, selon son importance, peut provoquer la mort.

La mise à la terre permet donc d'écouler sans danger les courants de fuite et, par association avec un dispositif de coupure automatique, d'assurer la mise hors tension de l'installation électrique. Une bonne mise à la terre assure donc la sécurité des personnes mais aussi la protection des biens et des installations en cas de foudre ou de courants de défaut. Elle doit toujours être associée à un dispositif de coupure.

Exemple :

En cas de défaut d'isolement sur la charge, le courant de défaut est évacué par la terre via le conducteur de protection (PE). Selon sa valeur, le courant de défaut, entraîne une coupure automatique de l'installation par la mise en fonctionnement du disjoncteur différentiel (DDR).



Quelle valeur de résistance de terre faut-il trouver ?

Avant de réaliser une mesure de terre, la première question fondamentale à se poser est de savoir quelle est la valeur maximale admissible pour s'assurer que la prise de terre est correcte.

Les exigences en matière de valeur de résistance de terre sont différentes selon les pays, les régimes de neutre utilisés ou le type d'installation. Par exemple, un distributeur d'énergie type EDF va demander une résistance de terre extrêmement faible souvent de l'ordre de quelques ohms. Il devient important de se renseigner au préalable sur la norme en vigueur sur l'installation à tester.

A titre d'exemple, prenons une installation en régime TT dans l'habitat en France :

Dans une installation, pour garantir la sécurité des personnes, il faut que les dispositifs de protection se déclenchent dès qu'une « tension de défaut » circulant dans l'installation dépasse la tension limite acceptée par le corps humain. Les études réalisées par un groupe de travail composé de médecins et d'experts en matière de sécurité, ont conduit à la détermination d'une tension de contact permanente admise comme non dangereuse pour les individus : 50 V AC pour les locaux secs (cette limite peut être plus faible pour des milieux humides ou immergés).

De plus, de façon générale, dans les installations domestiques en France, le dispositif de coupure différentiel (DDR) associé à la prise de terre accepte une élévation de courant de 500 mA.

Par la loi d'Ohm : $U = RI$

On obtient : $R = 50 \text{ V} / 0,5 \text{ A} = 100 \Omega$

Pour garantir la sécurité des individus et des biens, il faut donc que la résistance de la prise de terre soit inférieure à 100 Ω .

Le calcul ci-dessus montre bien que la valeur dépend du courant nominal du dispositif de protection différentiel (DDR) en tête de l'installation.

Par exemple, la corrélation entre la valeur de résistance de terre et le courant différentiel assigné est donnée dans le tableau suivant :

Valeur maximale de la prise de terre en fonction du courant assigné du DDR (schéma TT)

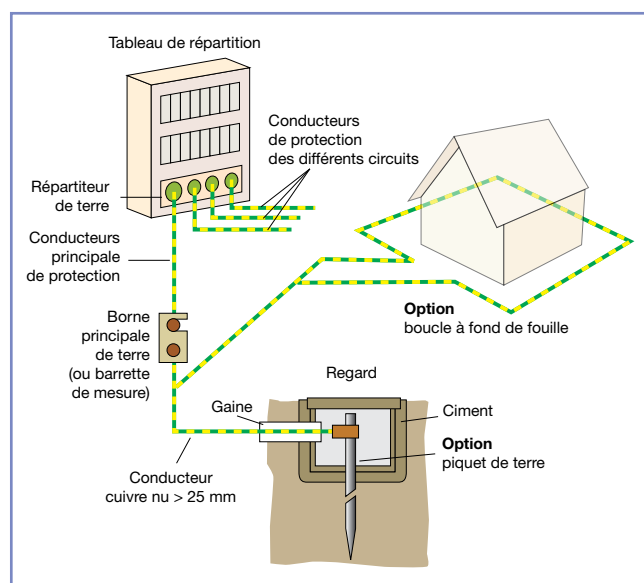
Courant différentiel résiduel maximal assigné du DDR ($I_{\Delta n}$)		Valeur maximale de la résistance de la prise de terre des masses (Ohms)
Basse sensibilité	20 A	2,5
	10 A	5
	5 A	10
	3 A	17
Moyenne sensibilité	1 A	50
	500 mA	100
	300 mA	167
	100 mA	500
Haute sensibilité	$\leq 30 \text{ mA}$	> 500

De quoi est composée une mise à la terre ?

La prise de terre

En fonction des pays, du type de construction ou des exigences normatives, il existe différentes méthodes pour réaliser une prise de terre. Généralement, les types de construction utilisés sont les suivants :

- boucle à fond de fouille
- feuillard ou câble noyé dans le béton de propreté
- plaques
- piquets ou tubes
- rubans ou fils
- Etc

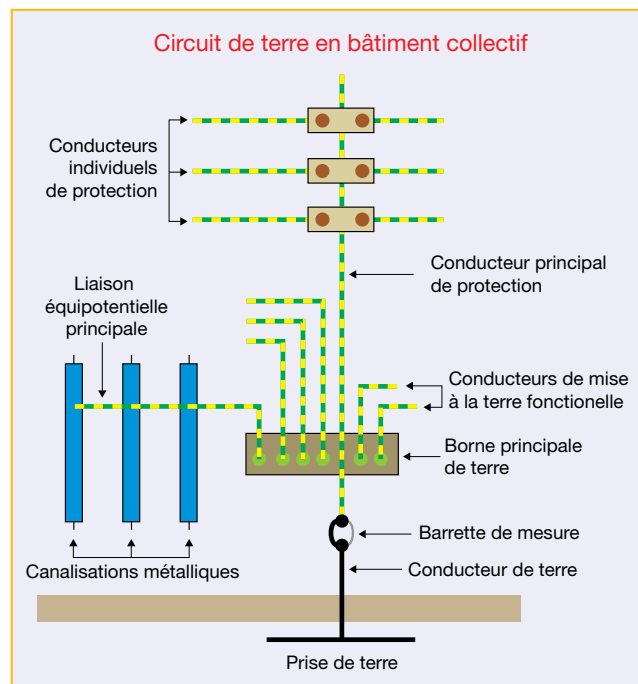


Quel que soit le type de prise de terre choisi, son rôle est d'être en contact étroit avec la terre dans le but de fournir une connexion avec le sol et de diffuser les courants de défauts. La réalisation d'une bonne prise de terre va donc dépendre de trois éléments essentiels :

- la nature de la prise de terre
- le conducteur de terre
- la nature et la résistivité du terrain d'où l'importance de réaliser des mesures de résistivité avant l'implantation de nouvelles prises de terre.

Les autres éléments

A partir de la prise de terre est mis en place tout le système de mise à la terre du bâtiment. Celui-ci est le plus souvent constitué des éléments suivants : le conducteur de terre, la borne principale de terre, la barrette de mesure, le conducteur de protection, la liaison équipotentielle principale, la liaison équipotentielle locale.



La résistivité des sols

La résistivité (ρ) d'un terrain s'exprime en Ohmmètre ($\Omega.m$). Ceci correspond à la résistance théorique en Ohm d'un cylindre de terre de $1 m^2$ de section et de 1 m de longueur. Sa mesure permet de connaître la capacité du sol à conduire le courant électrique. Donc, plus la résistivité est faible et plus la résistance de prise de terre construite à cet endroit sera faible.

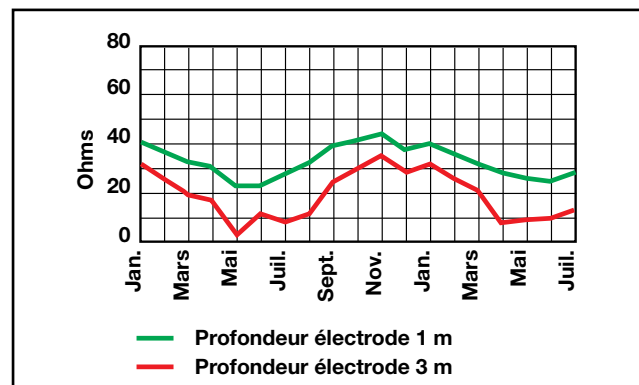
La résistivité est très variable selon les régions et la nature des sols. Elle dépend, entre autres, du taux d'humidité et de la température (le gel ou la sécheresse l'augmentent). C'est pourquoi une résistance de terre peut varier selon les saisons et les conditions de mesure.

Dans la mesure où la température et l'humidité sont plus stables en s'éloignant de la surface de la terre, plus le système de mise à la terre est profond et moins celui-ci est sensible aux changements d'environnement.

Il est donc conseillé de réaliser la prise de terre la plus profondément possible.

Variations saisonnières de la résistance de terre

(Mise à la terre : électrode dans un sol argileux)



Résistivité en fonction de la nature du terrain

Nature du terrain	Résistivité (en $\Omega.m$)
Terrains marécageux	De qqes unités à 30
Limon	20 à 100
Humus	10 à 150
Marnes du jurassique	30 à 40
Sable argileux	50 à 500
Sable siliceux	200 à 3000
Sol pierreux nu	1500 à 3000
Sol pierreux recouvert de gazon	300 à 500
Calcaires tendres	100 à 300
Calcaires fissurés	500 à 1000
Micaschistes	800
Granit et grès en altération	1500 à 10000
Granit et grès très altérés	100 à 600

Utilité de la mesure de résistivité

La mesure de résistivité va permettre :

- de choisir l'emplacement et la forme des prises de terre et des réseaux de terre avant leur construction,
- de prévoir les caractéristiques électriques des prises de terre et réseaux de terre,
- d'optimiser les coûts de construction des prises de terre et réseaux de terre (gain de temps pour obtenir la résistance de terre souhaitée).

Elle est donc utilisée sur un terrain en construction ou pour les bâtiments tertiaires de grande envergure (ou des postes de distribution d'énergie) où il est important de choisir avec exactitude le meilleur emplacement pour les prises de terre.

Méthodes de mesure de résistivité

Plusieurs procédés sont utilisés pour déterminer la résistivité des sols. Le plus utilisé est celui des « quatre électrodes » qui se décline en deux méthodes :

- **Méthode de WENNER** adaptée dans le cas d'une mesure souhaitée à une seule profondeur
- **Méthode de SCHLUMBERGER** adaptée pour réaliser des mesures à des profondeurs différentes et donc créer des profils géologiques des sols.

Méthode de Wenner

Principe de mesure

Quatre électrodes sont disposées en ligne sur le sol, équidistantes d'une longueur a .

Entre les deux électrodes extrêmes (E et H), on injecte un courant de mesure I grâce à un générateur.

Entre les deux électrodes centrales (S et ES), on mesure le potentiel ΔV grâce à un voltmètre.

L'appareil de mesure utilisé est un ohmmètre de terre classique qui permet l'injection d'un courant et la mesure de ΔV .

La valeur de la résistance R lue sur l'ohmmètre permet de calculer la résistivité par la formule de calcul simplifiée suivante :

$$\rho = 2 \pi a R$$

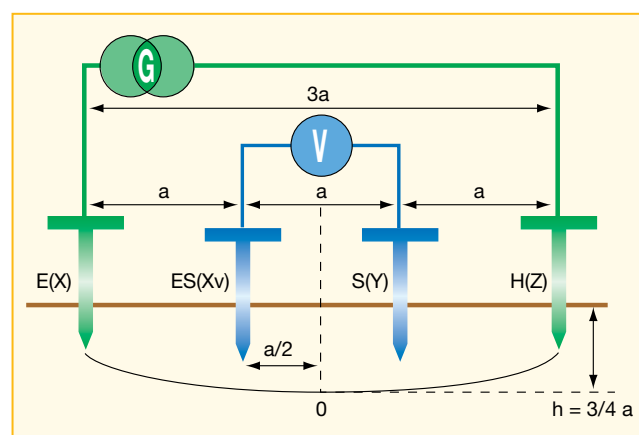
Avec :

ρ : résistivité en $\Omega.m$ au point situé sous le point 0, à une profondeur de $h = 3a/4$

a : base de mesure en m

R : valeur (en Ω) de la résistance lue sur l'ohmmètre de terre

Nous préconisons une mesure avec $a = 4$ m minimum.



Nota : les termes X, Xv, Y, Z correspondent à des appellations alternatives utilisées respectivement pour les électrodes E, Es, S et H

Méthode de Schlumberger

Principe de mesure

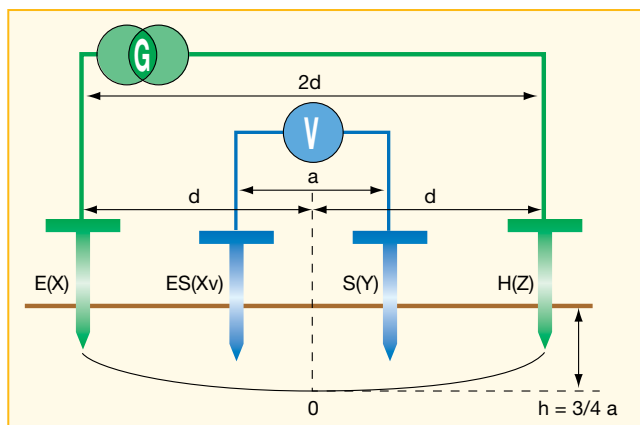
La méthode de Schlumberger est basée sur le même principe de mesure. La seule différence se situe au niveau du positionnement des électrodes :

- la distance entre les 2 piquets extérieurs est $2d$
- la distance entre les 2 piquets intérieurs est A

et la valeur de résistance R lue sur l'ohmmètre permet de calculer la résistivité par la formule :

$$\rho_S = (\pi(d^2 - A^2/4) \cdot R_{S-ES}) / A$$

Cette méthode permet un gain de temps considérable sur le terrain notamment si l'on désire réaliser plusieurs mesures de résistivité et par conséquent créer un profil du terrain. En effet, seuls les 2 électrodes extrêmes doivent être déplacées contrairement à la méthode de Wenner nécessitant de déplacer les 4 électrodes en même temps.



Bien que la méthode de Schlumberger permette de gagner du temps, c'est la méthode de Wenner qui est la plus connue et la plus utilisée. Sa formule mathématique est plus simple. Cependant, de nombreux appareils de mesure Chauvin Arnoux intègrent les deux formules de calcul permettant d'obtenir instantanément les valeurs de résistivité par l'une ou l'autre des deux méthodes.

La mesure de résistance d'une prise de terre existante

Les différentes méthodes :

Les mesures de résistivité vues précédemment ne peuvent s'appliquer que dans le cas de construction d'une nouvelle prise de terre : elles permettent de prévoir par avance la valeur de résistance de terre et d'ajuster la construction selon la valeur de terre souhaitée.

Dans le cas de prises de terre existantes, la démarche consiste à vérifier que celles-ci répondent correctement aux normes de sécurité en terme de construction et de valeur de résistance.

Cependant, de nombreuses mesures peuvent être appliquées selon les caractéristiques de l'installation telles que la possibilité de mettre l'installation hors tension, de déconnecter la prise de terre, d'avoir une prise de terre unique à mesurer ou reliée à d'autres, la précision de la mesure souhaitée, le lieu de l'installation (milieu urbain ou non), etc.

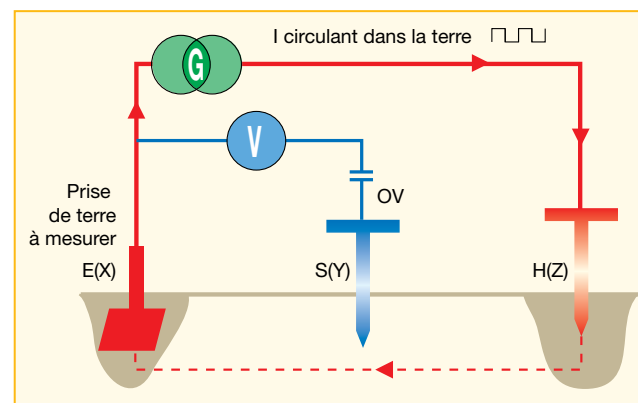
Les mesures de terre sur des installations possédant une prise de terre unique

Il est important de rappeler que la mesure de terre de référence est la mesure de terre avec 2 piquets. Cette mesure est référencée dans toutes les normes de contrôle d'une installation électrique et permet de réaliser une mesure précise et sûre de la résistance de terre.

Le principe de mesure consiste à faire circuler à l'aide d'un générateur approprié **G**, un courant alternatif (*i*) constant à travers la prise auxiliaire H dite « prise d'injection courant », le retour se réalisant par la prise de terre E.

On mesure la tension **V** entre les prises E et le point du sol où le potentiel est nul au moyen d'une autre prise auxiliaire S dite « prise de potentiel 0 V ». Le quotient entre la tension ainsi mesurée et le courant constant injecté (*i*), donne la résistance recherchée.

$$R_E = U_{ES} / I_{E>H}$$

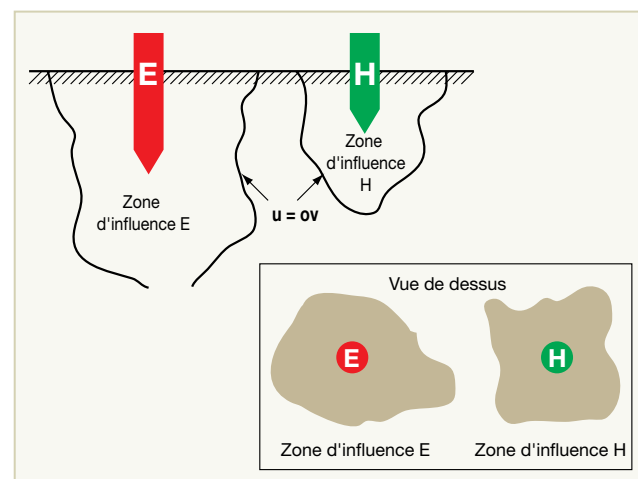


Remarque importante :

L'écoulement d'un courant de défaut se fait d'abord à travers les résistances de contact de la prise de terre.

Plus on s'éloigne de la prise de terre, plus le nombre des résistances de contact en parallèle tend vers l'infini et constitue une résistance équivalente quasiment nulle. À partir de cette limite, quel que soit le courant de défaut, le potentiel est nul. Il existe donc autour de chaque prise de terre, traversée par un courant, une zone d'influence dont on ignore la forme et l'étendue.

Lors des mesures, il faut s'appliquer à planter la prise auxiliaire S dite « prise de potentiel 0 V » à l'extérieur des zones d'influences des prises auxiliaires traversée par le courant (*i*).



Etant donné la différence de comportement de diffusion de courant électrique selon la résistivité du sol, il est difficile d'être certain d'avoir évité les zones d'influence. La meilleure solution pour valider la mesure est donc de refaire une mesure en déplaçant le piquet S et de s'assurer qu'elle est du même ordre de grandeur que la mesure précédente.

Mesure de terre 3 pôles dite méthode des 62 %

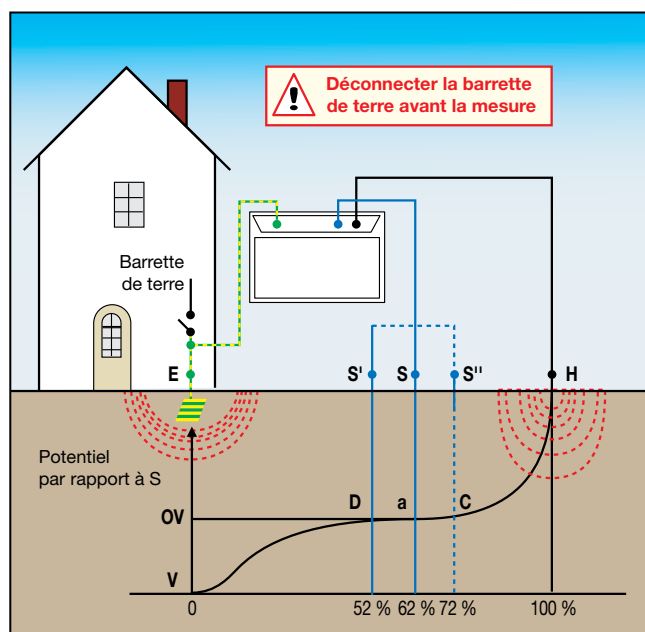
Cette méthode nécessite l'emploi de deux électrodes (ou « piquets ») auxiliaires pour permettre l'injection de courant et la référence de potentiel 0 V. La position des deux électrodes auxiliaires, par rapport à la prise de terre à mesurer E(X), est déterminante.

Pour effectuer une bonne mesure, il faut que la « prise auxiliaire » de référence de potentiel (S) ne soit pas plantée dans les zones d'influence des terres E & H, zones d'influence créées par la circulation du courant (i).

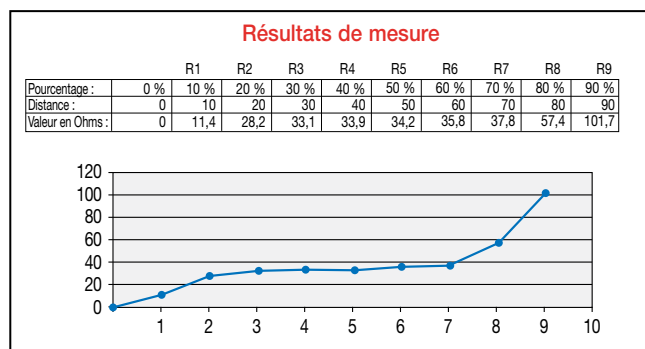
Des statistiques de terrain ont montré que la méthode idéale pour garantir la plus grande précision de mesure consiste à placer le piquet S à 62 % de E sur la droite EH.

Il convient ensuite de s'assurer que la mesure ne varie pas ou peu en déplaçant le piquet S à $\pm 10\%$ (S' et S'') de part et d'autre de sa position initiale sur la droite EH.

Si la mesure varie, alors (S) se trouve dans une zone d'influence : il faut donc augmenter les distances et recommencer les mesures.



Exemple : mesure à différentes distances de R1 à R9 de 10 à 90 % de la distance SH



La méthode de mesure en triangle (2 piquets)

Cette méthode nécessite l'emploi de deux électrodes auxiliaires (ou « piquets »). Elle est utilisée lorsque la méthode décrite précédemment ne peut être réalisée (impossibilité d'alignement ou obstacle interdisant un éloignement suffisant de H).

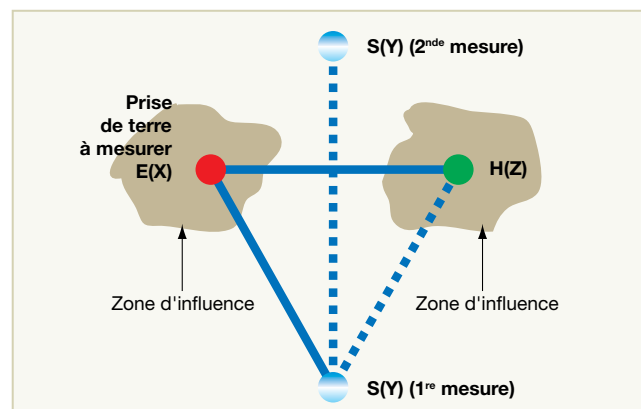
Elle consiste à :

- Planter les piquets S et H tels que la prise de terre E et les piquets S et H forment un triangle équilatéral,
- Effectuer une première mesure en plaçant S d'un côté, puis une seconde mesure en plaçant S de l'autre côté.

Si les valeurs trouvées sont très différentes, le piquet S est dans une zone d'influence. Il faut alors, augmenter les distances et recommencer les mesures.

Si les valeurs trouvées sont voisines, à quelques % près, la mesure peut être considérée comme correcte.

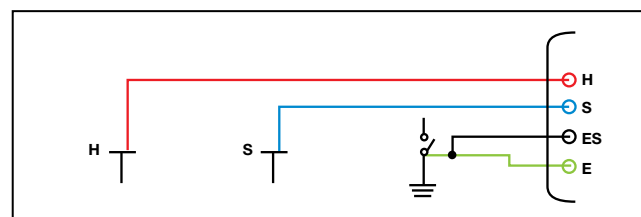
Toutefois, cette méthode fournit des résultats incertains. En effet, même lorsque les valeurs trouvées en sont voisines, les zones d'influence peuvent se chevaucher. Pour s'en assurer, recommencer les mesures en augmentant les distances.



La mesure de terre méthode 4 pôles

La mesure de terre 4 pôles est basée sur le même principe que la mesure 3 pôles mais avec une connexion supplémentaire entre la terre à mesurer E et l'appareil de mesure. Cette méthode permet ainsi d'obtenir une meilleure résolution (10 fois meilleure que la mesure 3P) et de s'affranchir de la résistance des cordons de mesure.

Cette fonction est idéale pour les mesures de résistance de terre très faibles et par conséquent convient particulièrement aux transporteurs et distributeurs d'énergie qui ont besoin de mesurer des résistances de terre de quelques ohms.



Remarque : ouverture de la barrette de terre

L'avantage des mesures de terre en 3 pôles ou 4 pôles est qu'elles s'effectuent sur une installation hors-tension et permettent ainsi d'obtenir une mesure de terre même si le pavillon ou le bâtiment n'a pas été encore raccordé au réseau de distribution d'énergie électrique ou ne l'est plus.

Pour réaliser ces deux types de mesure, il est conseillé d'ouvrir la barrette de terre pour isoler la prise de terre à mesurer et s'assurer ainsi que la résistance de terre mesurée est bien celle de la prise de terre. En effet, il peut exister une liaison de l'installation de mise à la terre à une prise de terre de fait due par exemple, aux conduites métalliques d'un réseau de distribution d'eau ou de gaz. Une mesure de terre « barrette fermée » sera alors « faussée » par la présence de cette prise de terre de fait qui en étant supprimée peut entraîner une valeur de résistance de terre trop élevée (par exemple, remplacement d'une conduite métallique par une conduite isolante).

Par conséquent, à moins d'être certain de l'absence de prise de fait, il est nécessaire d'ouvrir la barrette de terre pour réaliser une mesure de terre.

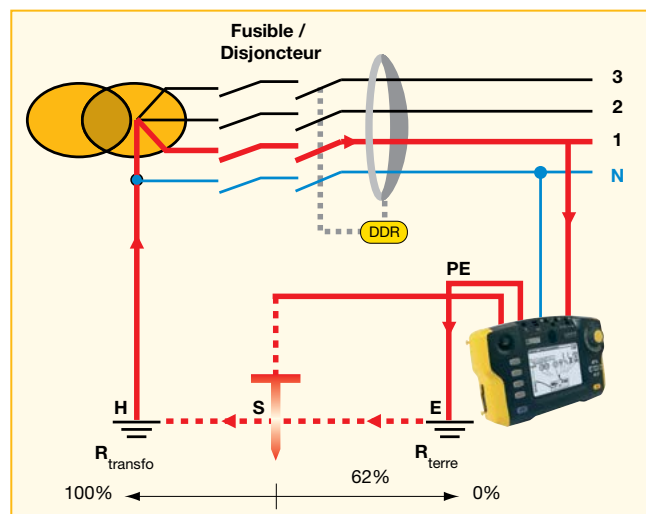
Pour identifier la présence éventuelle de prises de terre de fait, il peut être utile de mesurer les prises de terre « barrette ouverte » et « barrette fermée » afin de savoir si la valeur « barrette fermée » est due à la prise de terre spécialement établie ou à des prises de terre de fait.

La méthode variante des 62 % (1 piquet)

(uniquement en schéma TT ou IT impédant)

Cette méthode n'exige pas la déconnexion de la barrette de terre et ne nécessite l'utilisation que d'un seul piquet auxiliaire (S).

Le piquet H est ici constitué par la mise à la terre du transformateur de distribution et le piquet E par le conducteur PE accessible sur le conducteur de protection (ou la barrette de terre).



Le principe de mesure reste le même que pour la méthode des 62 % :

Le piquet S sera positionné de façon à ce que la distance S-E soit égale à 62 % de la distance globale (distance entre E et H).

S se situera donc normalement dans la zone neutre dite « Terre de référence 0 V ».

La tension mesurée divisée par le courant injecté donne la résistance de terre.

Les différences avec la méthode des 62 % sont :

- L'alimentation de la mesure se fait à partir du réseau et non plus à partir de piles ou batteries.
- Un seul piquet auxiliaire est nécessaire (piquet S) ce qui rend plus rapide la préparation de la mesure.
- Il n'est pas nécessaire de déconnecter la barrette de terre du bâtiment. C'est un gain de temps et cela garantit le maintien de la sécurité de l'installation pendant la mesure.

Mesure de boucle Phase-PE

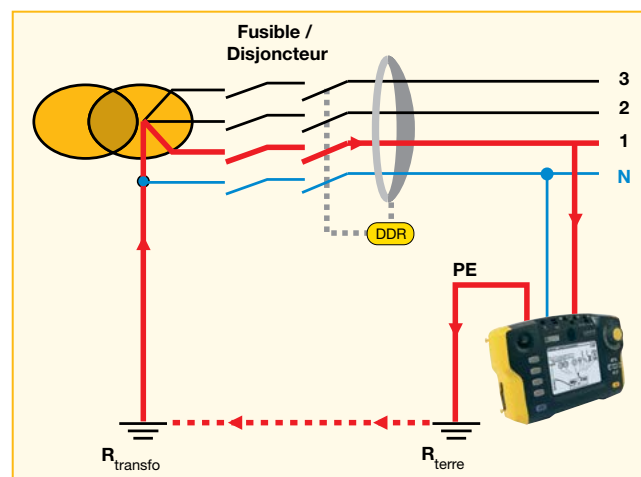
(uniquement en schéma TT)

La mesure de résistance de terre en ville s'avère souvent difficile par les méthodes avec piquets : impossibilité de planter des piquets faute de place, sols bétonnés... D'ailleurs, les normes de vérifications d'installation électriques autorisent d'utiliser la méthode d'impédance de boucle si la mesure de terre avec piquets s'avère impossible.

Cf IEC 60364-6 : « NOTE : si la mesure de RA n'est pas possible, il est admis de remplacer cette mesure par celle de la boucle de défaut comme en a) 1). »

La mesure de boucle permet alors une mesure de terre en milieu urbain sans planter de piquet et en se raccordant tout simplement au réseau d'alimentation (prise secteur).

La résistance de boucle ainsi mesurée inclut en plus de la terre à mesurer, la terre et la résistance interne du transformateur ainsi que la résistance des câbles. Toutes ces résistances, étant très faibles, la valeur mesurée est une valeur de résistance de terre par excès.



La valeur réelle de la terre est donc inférieure :

R mesuré > R terre

Remarque : en schéma TN ou IT (impédant), la mesure de l'impédance de boucle permettra de calculer le courant de court-circuit et donc de dimensionner correctement les dispositifs de protection.

Les mesures de terre sur des réseaux possédant de multiples mises à la terre en parallèle

Certaines installations électriques disposent de multiples mises à la terre en parallèle, en particulier dans certains pays du monde où la terre est « distribuée » chez chaque usager par le fournisseur d'énergie. De plus, dans les établissements équipés de matériels électroniques sensibles, un maillage des conducteurs de terre reliés à des terres multiples permet d'obtenir un plan de masse sans défaut d'équipotentialité. Pour ce genre de réseau, il est possible d'optimiser la sécurité et la rapidité des contrôles grâce aux mesures de terre sélective.

Toutes les mesures de terre vues précédemment permettent de réaliser la mesure sur prise de terre unique. Par conséquent, si la prise de terre est composée de plusieurs terres parallèles, il sera impossible d'isoler et de mesurer chaque terre et seule la résistance équivalente à la mise en parallèle de toutes les terres sera mesurée. La seule solution serait de déconnecter chaque mise à la terre pour isoler la terre à mesurer mais ce procédé s'avère long et fastidieux.

Pour faire face à ce type d'installations fréquemment utilisées dans l'industrie, des mesures de terre avec pince(s) ampèremétrique(s) appelées mesures de terre sélectives sont utilisées. On en distingue 2 types: les mesures sélectives avec piquets et sans piquets.

Toutes les mesures de terre sélective apportent :

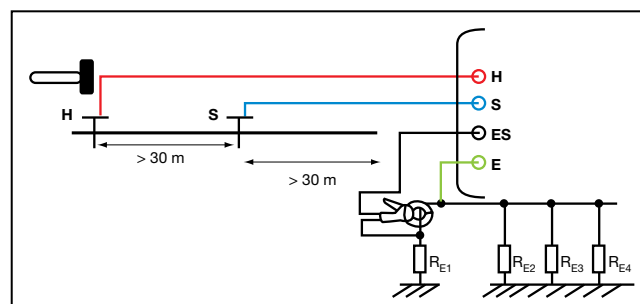
- Un gain de temps considérable puisqu'il n'est plus nécessaire de déconnecter la résistance de terre à mesurer du reste du réseau de terre. En effet, l'utilisation de la pince permet de mesurer le courant traversant la prise de terre mesurée et ainsi de s'affranchir de l'influence des prises de terre en parallèle.
- Une garantie de la sécurité des biens et des personnes en contact avec l'installation électrique puisque la terre n'est pas déconnectée.

Mesure de terre 4 pôles sélective

Lors de l'utilisation d'une méthode de mesure classique 3 pôles ou 4 pôles sur un système de mise à la terre en parallèle, le courant de mesure injecté dans le système se divise entre les différentes terres. Il est alors impossible de connaître la quantité de courant dans une prise de terre donnée et donc sa résistance. La mesure faite dans ce cas est celle du courant total circulant dans la mise à la terre, donnant la résistance globale de terre équivalente à la mise en parallèle des résistances de chaque mise à la terre.

Pour parvenir à éliminer l'influence des prises de terre parallèles, il existe une mesure de terre 4 pôles sélective, variante de la mesure 4 pôles. Elle s'appuie sur le même principe auquel on ajoute une pince ampèremétrique permettant de mesurer exactement le courant circulant dans la terre à mesurer et ainsi de déterminer sa valeur exacte.

Grâce à l'utilisation des piquets auxiliaires, et plus particulièrement de la référence 0 V avec le piquet S, cette mesure permet d'obtenir une valeur précise de la résistance de terre.



Mesure de boucle de terre à 2 piquets et mesure avec pince de terre

La mesure sans déconnecter la barrette de terre et sans piquet de terre

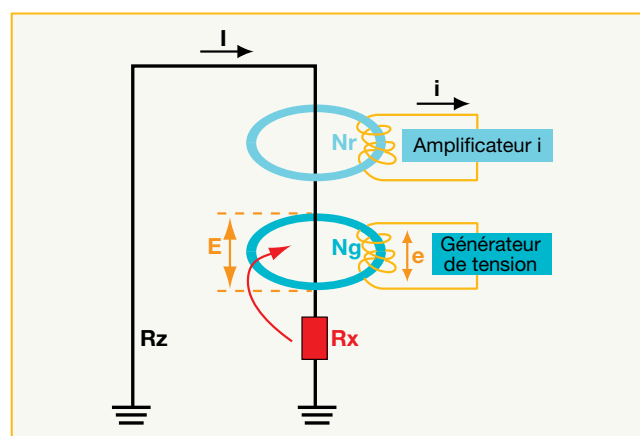
Ces mesures ont réellement révolutionné les mesures de terre traditionnelles : comme la mesure 4 pôles sélective, ces deux méthodes de mise en œuvre très simple ne nécessitent plus la déconnexion des prises de terre parallèles mais apportent également un gain de temps supplémentaire en économisant le temps de recherche des endroits les plus propices pour positionner les piquets auxiliaires. Cette étape peut en effet s'avérer longue et fastidieuse sur des sols résistifs.

Mesure avec pince de terre

La pince de terre a l'avantage de bénéficier d'une mise en œuvre simple et rapide : un simple enserrage du câble relié à la terre permet de connaître la valeur de la terre ainsi que la valeur des courants qui y circulent.

Une pince de terre est constituée de deux enroulements : un enroulement « générateur » et un enroulement « récepteur ».

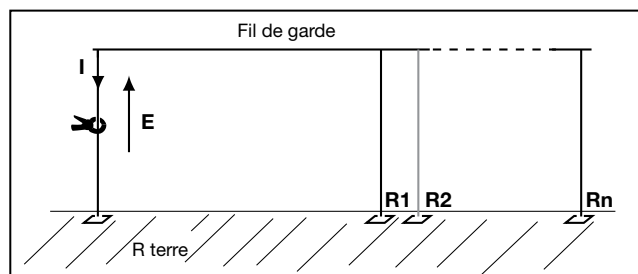
- L'enroulement « générateur » de la pince développe une tension alternative au niveau constant E autour du conducteur enserré ; un courant $I = E / R$ boucle circule alors à travers la boucle résistive.
- L'enroulement « récepteur » mesure ce courant.
- Connaissant E et I, on en déduit la résistance de boucle.



Pour identifier correctement le courant de mesure et éviter les courants parasites, la pince de terre utilise une fréquence de mesure particulière.

Considérons le cas d'un réseau de terres en parallèle où on désire mesurer la résistance de terre R_x en parallèle avec n prises de terre.

Celui-ci peut être représenté par le schéma simplifié suivant :



Si on applique la tension E sur n'importe quel point de la mise à la terre de R_x , un courant I circule dans la boucle selon l'équation suivante :

$$R_{\text{boucle}} = E / I = R_x + R_{\text{terre}} + (R_1 // R_2 // R_3 \dots // R_n) + R_{\text{câble}}$$

Où :

R_x (valeur recherchée)

R_{terre} (valeur normalement très faible inférieure à 1 Ω)

$R_1 // R_2 \dots // R_n$ (valeur négligeable : cas de terres multiples en parallèles)

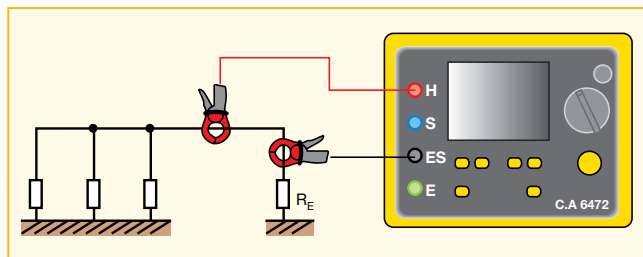
$R_{\text{fil de garde}}$ (valeur normalement très faible inférieure à 1 Ω)

Sachant que « n » résistances en parallèle équivalent à une résistance R_{aux} de valeur négligeable, par approximation :

R_{boucle} mesurée est équivalente à la résistance de terre R_x à mesurer.

Mesure de boucle de terre à 2 pinces

Cette méthode est basée sur le même principe que celui de la pince de terre. En effet, la méthode consiste à placer 2 pinces autour du conducteur de terre testé et de les connecter chacune à l'appareil. Une pince injecte un signal connu (32 V / 1367 Hz) tandis que l'autre pince mesure le courant circulant dans la boucle.



Au lieu d'avoir une pince unique comprenant le circuit générateur et le circuit récepteur, deux pinces sont utilisées où une sert de générateur et l'autre de récepteur. L'intérêt d'avoir une pince par fonction est de réaliser des mesures sur des conducteurs où la pince de terre n'est parfois pas adaptée à cause de son diamètre d'enserrage ou de son épaisseur.

Les contrôleurs C.A 6471 et C.A 6472 intégrant la fonction 2 pinces, peuvent être utilisés avec des pinces de type C ou de type MN permettant de couvrir un grand nombre de sections de conducteurs et d'applications.

Attention : les mesures de boucle de terre possèdent plusieurs « pièges » et plusieurs points sont à vérifier

1 - Nombre de prises de terre en parallèle

L'approximation (schéma de gauche) montre que cette méthode ne peut être applicable que s'il existe un chemin de faible impédance parallèle à la prise testée. Il est donc conseillé d'évaluer la résistance équivalente des n prises en parallèle et de s'assurer que sa valeur est bien négligeable devant $R E$.

Exemple 1 :

Prenons une prise de terre R_1 de 20 Ω en parallèle avec 100 prises de terre de valeur 20 Ω .

La résistance mesurée sera de :

$$R_{\text{boucle}} = 20 + 1 / 100 \times (1/20) = 20 + 1/5 = 20,2 \Omega$$

On trouve bien une valeur très proche de la valeur réelle de R_1 .

Exemple 2 :

Prenons une prise de terre composée uniquement de 2 terres en parallèle où $R_1 = R_2 = 20 \Omega$

La résistance mesurée sera de :

$$R_{\text{boucle}} = R_1 + R_2 = 40 \Omega$$

La valeur mesurée est alors bien loin de la valeur réelle de R_1 , qui est de 20 Ω . Cependant, si le but n'est pas de mesurer exactement la valeur de R_1 mais de s'assurer qu'elle ne dépasse un certain seuil, 100 Ω par exemple, cette mesure peut également être utilisée dans ce cas là.

2 - Identification du circuit mesuré

Pour appliquer la mesure par boucle de terre, il est important de connaître les caractéristiques de l'installation électrique.

En effet :

- dans le cas où il n'existe pas de chemin de faible impédance parallèle à la prise testée, comme par exemple dans le cas d'un pavillon qui ne possède qu'une prise de terre unique, la mesure de terre par boucle est impossible puisque le courant n'a pas de chemin pour reboucler.
- dans le cas où les valeurs mesurées sont extrêmement faibles, il faut vérifier que la pince de terre n'a pas été positionnée sur une liaison équipotentielle. Si c'est le cas, la mesure effectuée ne correspond pas à la mesure de résistance de terre mais à la résistance de cette liaison. Cependant, cette mesure peut servir à vérifier la continuité de la boucle.

3 - Fréquence de mesure et impédance

Il est important de noter que pour les mesures évoquées jusqu'ici, nous avons parlé de "résistance de boucle". Compte tenu du principe de la pince de mesure et du signal de mesure générale (2403 Hz pour les C.A 6410, C.A 6412 et C.A 6415, 1358 Hz pour la C.A 6415R), il serait plus juste de parler de mesure "d'impédance de boucle".

En fait, dans la pratique les valeurs réactives en série dans la boucle (self de ligne) peuvent être négligées par rapport à la résistance de la boucle et la valeur d'impédance de boucle Z est donc équivalente à la valeur de résistance de boucle R .

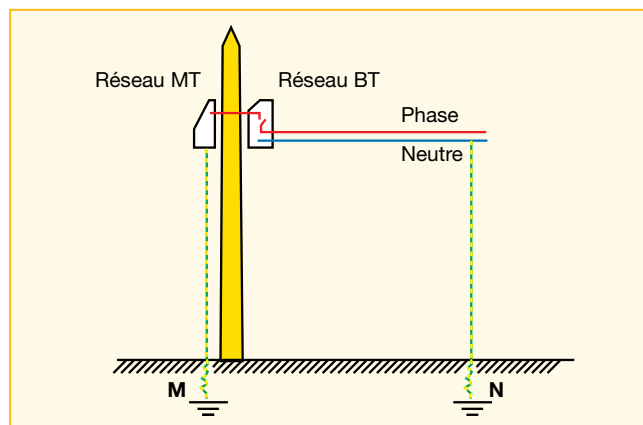
Cependant, sur des réseaux de grandes longueurs, la partie inductive peut devenir non négligeable. Dans ce cas, la mesure réalisée qui est une mesure d'impédance de boucle est une mesure de résistance de boucle par excès.

Pour pallier cette influence de la partie inductive, les nouveaux contrôleurs de terre Chauvin-Arnoux incluant la mesure 2 pinces (modèles C.A 6471 & C.A 6472) sont équipés d'une fréquence de mesure de 128 Hz permettant de limiter l'influence de la partie inductive de la ligne mais également de s'approcher au plus près de la fréquence réseau et donc des conditions normales d'utilisation de l'installation.

La mesure de couplage

La mesure de couplage est très utilisée par EDF en France pour contrôler le couplage entre les réseaux moyenne tension et basse tension. Elle consiste à estimer l'influence réciproque de 2 mises à la terre n'ayant normalement aucun lien physique entre elles.

Un fort couplage entre deux terres peut engendrer des conséquences fâcheuses pour la sécurité des personnes et/ou du matériel. L'écoulement d'un courant de défaut par la masse M du réseau moyenne tension (MT) peut provoquer une élévation du potentiel du sol et donc de la terre du neutre du réseau basse tension (BT) et par conséquent mettre en danger la vie des personnes et des matériels utilisant le réseau BT.



Lors d'un coup de foudre sur le transformateur MT/BT, l'élévation de potentiel instantané peut être de plusieurs kV.

La méthode à employer est celle de la mesure en ligne dite « des 62 % ».

La disposition des piquets auxiliaires H (retour de courant) et S (référence de potentiel) doit être choisie de manière à assurer :

- un découplage suffisant avec la prise de terre à mesurer, à condition de respecter les distances indiquées sur le schéma ci-dessous.
- la validité de la référence de potentiel du sol.

La mesure de couplage s'effectue de la manière suivante :

1 Déconnecter le Neutre du réseau BT (ouvrir A)*

- Relier E et ES à N (Terre du Neutre BT) à l'aide de deux câbles de 50 m
- Relier S au 1^{er} piquet à l'aide d'un câble de 50 m
- Relier H au 2^e piquet à l'aide d'un câble de 100 m
- Placer le mesureur entre M et N à 20 m de leur axe
- Effectuer la mesure de résistance de la prise de terre du neutre : R_{neutre}

**l'ouverture du point A est nécessaire pour permettre la mesure de couplage de la 1^{ère} prise de terre du neutre*

2 Idem mais avec E et ES reliés à M (Terre des masses du réseau MT)

(le neutre du BT est toujours déconnecté)

- Effectuer la mesure de résistance de la prise de terre des masses : R_{masses}

3 Relier E et ES à M (Terre des masses MT) à l'aide de deux câbles de 50 m

- Relier S et H à N (Terre du Neutre BT) à l'aide des deux câbles de 50 m
- Effectuer la mesure de $R_{\text{masses/neutre}}$

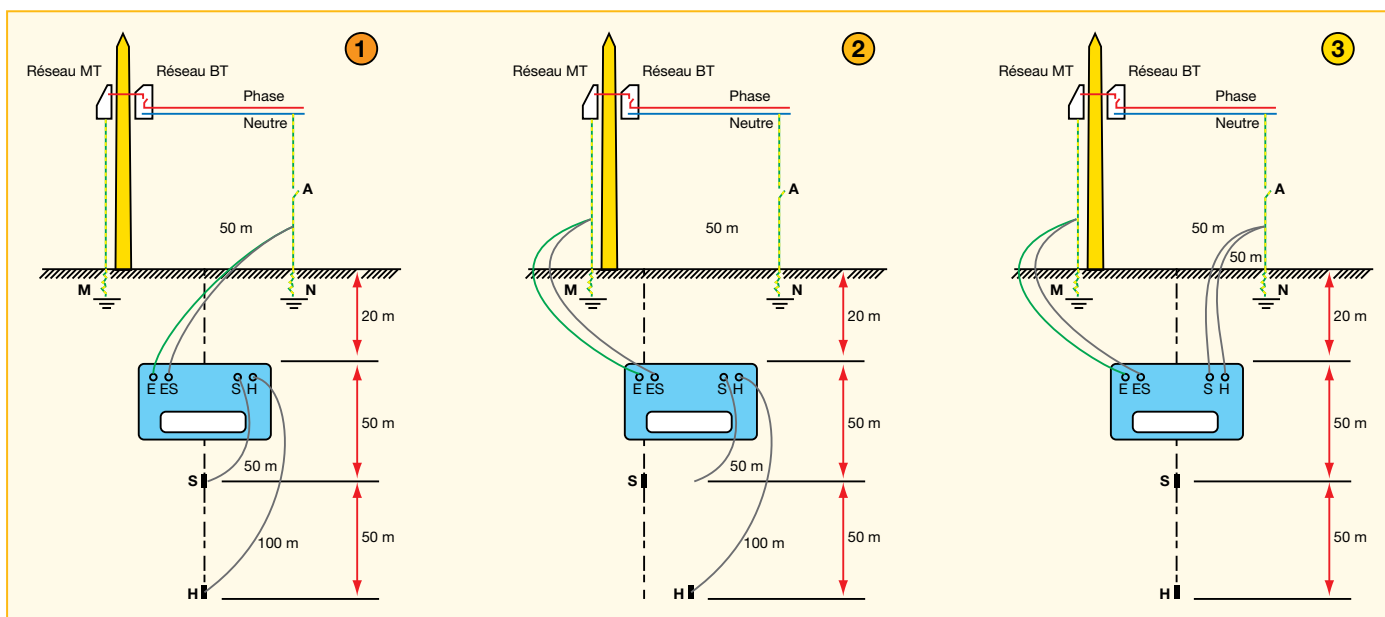
4 Calculer le couplage :

$$R_{\text{couplage}} = [R_{\text{masses}} + R_{\text{neutre}} - R_{\text{masses/neutre}}] / 2$$

5 Calculer le coefficient de couplage :

$$k = R_{\text{couplage}} / R_{\text{masses}}$$

Ce coefficient doit être $< 0,15$ (directive EDF)
Important : ne pas oublier de reconnecter A



La mesure de terre en haute fréquence

Toutes les mesures de terre vues précédemment sont réalisées en basse fréquence c'est-à-dire à une fréquence proche de la fréquence réseau pour être dans des conditions de mesure au plus proche de la réalité. De plus, une mesure de résistance de prise de terre est a priori indépendante de la fréquence puisque la prise de terre est normalement purement résistive.

Cependant, des réseaux de terre complexes avec plusieurs terres en parallèle peuvent avoir également une part inductive ou capacitive non négligeable due aux câbles reliant les différentes terres. Même si la valeur inductive de ces terres est faible à basse fréquence, elle peut devenir très importante en haute fréquence (foudre par exemple). Par conséquent, même si le système de mise à la terre est efficace en basse fréquence grâce à une faible résistance, il peut arriver que la valeur d'impédance en haute fréquence ne permette plus des bons écoulements des courants de défauts. La foudre risque alors de s'évacuer par le biais d'un canal inattendu plutôt que par celui de la terre.

Une mesure de terre avec une analyse en fréquence permet ainsi de s'assurer du bon comportement de la mise à la terre en cas de foudre.

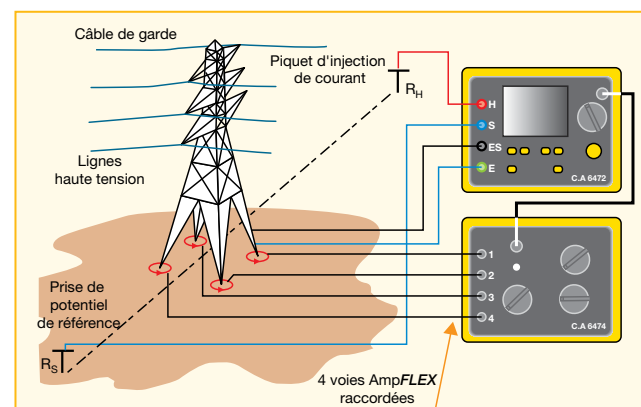
Mesure de terre de pylônes reliés par câble de garde

Les lignes haute tension sont le plus souvent munies d'un câble de garde permettant d'écouler les courants de foudre à la terre à travers les pylônes.

Tous les pylônes étant reliés entre eux par ce conducteur, toutes les résistances de terre des pylônes sont en parallèle et la problématique est identique à celle vu ci-dessus pour les réseaux de terre multiples en parallèle.

En effet, l'utilisation de méthodes traditionnelles ne permet de mesurer que la terre globale de la ligne à haute tension soit la mise en parallèle de toutes les terres.

Le nombre de pylônes étant important, cette valeur globale mesurée peut être très faible alors que la mise à la terre de l'un d'entre eux est trop élevée. La mesure de la résistance d'un pylône est ainsi impossible par les méthodes traditionnelles, à moins d'isoler la terre à mesurer en déconnectant le câble de garde, ce qui s'avère dangereux et fastidieux.



Principe de mesure

Le C.A 6472, associé au C.A 6474, unité de traitement vectoriel, offre la possibilité de mesurer la résistance de terre d'un pylône même si celui-ci appartient à un réseau de terre en parallèle, en réalisant une mesure sélective du pylône considéré.

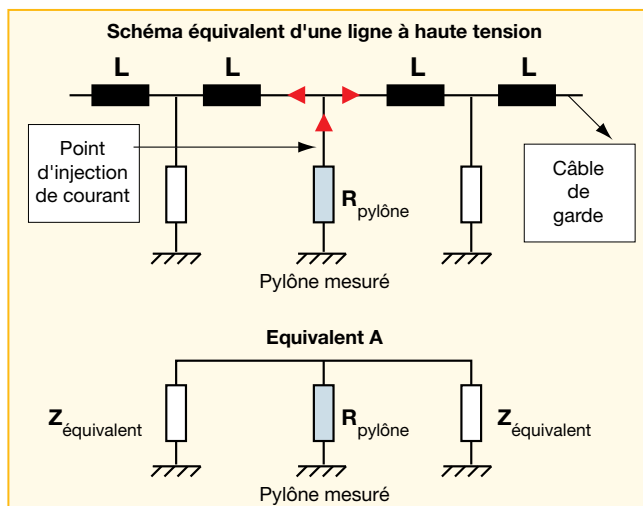
Le concept C.A 6472 + C.A 6474 combine deux principes de mesure :

1. L'utilisation de 4 capteurs flexibles de courant (AmpFLEX™) placés autour des pieds du pylône permet de mesurer exactement le courant circulant dans la terre du pylône considéré; cette mesure sélective est basée sur le même principe qu'une mesure sélective avec pince ampèremétrique où la pince est remplacée par un AmpFLEX™.



2. Une mesure à haute fréquence jusqu'à 5 kHz permet :

- d'obtenir une valeur de $Z_{\text{équivalent}}$ (cf schéma) beaucoup plus grande que la valeur de résistance de terre à mesurer; ainsi, le courant dévié par le câble de garde vers les autres pylônes devient négligeable et la valeur du courant circulant par la terre devient plus important ; ceci permet d'augmenter considérablement la précision de mesure.
- de réaliser un balayage en fréquence de 41 Hz à 5 kHz pour étudier le comportement de la mise à la terre en fonction de la fréquence et prévoir son comportement en cas de foudre.



Méthodes de mesure

Le C.A 6474 permet de réaliser les mesures de terre de pylône par 2 méthodes :

1. Méthode active c'est-à-dire avec injection d'un courant de mesure par le C.A 6472 (comme les mesures de terre traditionnelles 3 pôles ou 4 pôles).

2. Méthode passive en utilisant les courants résiduels circulant dans la ligne à haute tension. L'utilisation de la méthode passive permet de vérifier la cohérence des mesures obtenues avec la méthode active et garantit d'obtenir des résultats de mesure quelque soit les conditions; en effet, un terrain d'une grande résistivité peut empêcher la circulation d'un courant de mesure suffisamment important et la méthode active ne peut donc pas être appliquée.

Autres mesures

Le C.A 6472 + C.A 6474 est un réel outil de diagnostic de la ligne à haute tension. En effet, en supplément de la mesure exacte et sélective de l'impédance de terre du pylône considéré, le C.A 6472 + C.A 6474 permet également d'obtenir :

- **La mesure de l'impédance de la totalité de la ligne en fonction de la fréquence** et ainsi prévoir le comportement de la ligne en cas de défaut. En effet, en cas de foudre, l'impédance de la ligne doit être suffisamment faible pour que les courants de défaut puissent circuler par le câble de garde et être ensuite déviés à la terre via les pylônes.

- **la qualité de connexion du câble de garde** : les courants de défaut étant déviés par le câble garde puis par les pylônes, il est indispensable que la connexion entre les deux éléments soit bonne. En mesurant le courant dévié par le haut du pylône, une mesure de résistance de contact entre le câble de garde et le pylône est réalisée permettant d'identifier une éventuelle mauvaise connexion.
- **la résistance de terre de chaque pied du pylône considéré** : cette mesure permet d'identifier une éventuelle mauvaise connexion d'un ou de plusieurs pieds à la mise à la terre.

Paramètres d'influence de la mesure de terre

Une mesure de terre a deux paramètres majeurs d'influence :

- la résistance des piquets auxiliaires H et S,
- les tensions parasites.

Résistance des piquets auxiliaires H et S

Une valeur de résistance de piquets élevée influence la précision de la mesure. En effet, si les piquets auxiliaires H et S ont une résistance très élevée à cause d'un sol très résistif (terrain rocheux par exemple), le courant de mesure devient extrêmement faible et peut dans certains cas ne plus être suffisant pour réaliser la mesure de terre.

Les contrôleurs de terre Chauvin-Arnoux de la gamme C.A 647X permettent de mesurer la valeur des piquets auxiliaires et permettent donc de connaître celui qui possède une valeur trop élevée. Cette mesure permet de gagner un temps précieux sur le terrain puisque le piquet auxiliaire en défaut est identifié et évite des aller-retours inutiles entre les différents piquets.

Il est possible de remédier à ce problème de résistance de piquet trop élevée en ajoutant des piquets en parallèle, en enfonçant davantage les piquets, et/ou en humidifiant le sol. De plus, tous les contrôleurs de terre n'acceptent pas la même valeur maximale de résistances de piquets auxiliaires, ce qui fait la différence entre un contrôleur de terre basique ou plus expert.

Tensions parasites présentes sur l'installation testée

Les mesures de terre peuvent être altérées par la présence de tensions parasites. C'est pourquoi il est obligatoire d'utiliser un ohmmètre de terre pour faire les mesures de terre, appareil spécialement conçu pour ne pas être perturbé par les courants parasites.

Cependant, il arrive que la fréquence de 128 Hz habituellement utilisée et le niveau de tension parasite ne permettent plus de réaliser la mesure. Pouvoir détecter et mesurer ces tensions permet ainsi de connaître le degré d'influence de celles-ci sur le résultat de mesure et de comprendre une éventuelle impossibilité de mesure. Certains contrôleurs avertissent l'utilisateur par un symbole clignotant en cas de tensions parasites importantes et possèdent un système de choix automatique de la fréquence d'essai possédant le minimum de bruit.

Les fonctions de mesure des résistances des piquets auxiliaires et de mesure des tensions parasites apportent ainsi une meilleure interprétation de la mesure et un gain de temps sur le terrain. Ces outils permettent de comprendre les dysfonctionnements et d'y remédier. En effet, si la valeur mesurée obtenue est bien supérieure à la valeur espérée, cela peut être synonyme d'une terre réellement mauvaise ou de paramètres extérieurs qui ont faussé la mesure. Il est donc important de choisir son contrôleur de terre en fonction des conditions de mesure que l'on pense rencontrer :

- présence ou non de tensions parasites élevées
- résistivité des sols élevée

Précautions particulières pour réaliser une mesure de terre

1. Afin d'éviter les zones d'influence, il est conseillé de prendre des distances les plus grandes possibles entre les piquets H,S et la terre à mesurer E.
2. Afin d'éviter des interférences électromagnétiques, il est conseillé de dérouler toute la longueur du câble de l'enrouleur, de poser les câbles sur le sol, sans faire de boucles, aussi loin que possible les uns des autres et d'éviter la proximité directe ou parallèle avec des conduits métalliques (câbles, rails, clôture, etc).
3. Afin d'obtenir une bonne précision de mesure, il est conseillé d'avoir de faibles résistances de piquets auxiliaires et d'y remédier en ajoutant des piquets en parallèle, en enfonçant davantage les piquets, et/ou en humidifiant le sol.
4. Afin d'être certain de la validité de la mesure effectuée, il est indispensable de réaliser une autre mesure en déplaçant le piquet S de référence 0 V.

Récapitulatif des différentes méthodes de mesure de terre

	Bâtiment à la campagne avec possibilités de planter des piquets	Bâtiment en milieu urbain sans possibilités de planter des piquets
Prise de terre simple		
Méthode 3 pôles dite méthode des 62 %	■	
Méthode en triangle (deux piquets)	■	
Méthode 4 pôles	■	
Méthode variante des 62 % (un piquet)	■	
Mesure de boucle Phase-PE	■	■ uniquement en schéma TT
Réseau de terres multiples en parallèle		
Méthode 4 pôles sélective	■	
Pince de terre	■	■
Mesure de boucle de terre à 2 pinces	■	■

Remarque :

Dans le cas d'un réseau de terres multiples en parallèle, les méthodes traditionnelles appliquées aux prises de terre simple peuvent être utilisées :

1. si seule la valeur de prise de terre globale est souhaitée.
2. si la prise de terre mesurée peut être déconnectée du réseau de terres.

Questions fréquentes

Peut-on utiliser les canalisations d'eau, de gaz pour réaliser la prise de terre ?

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

De même, il est interdit d'utiliser les colonnes montantes d'eau métalliques comme conducteur principal de protection (colonne de terre) car la continuité électrique de telles canalisations n'est pas toujours assurée (par exemple, en cas d'intervention sur l'installation).

Je suis dans un pavillon, je réalise une mesure de boucle phase-terre et une mesure avec piquets en 3 pôles. La valeur mesurée en 3 pôles est beaucoup plus élevée. Comment se fait-il que les 2 méthodes ne donnent pas le même résultat ?

Comme vu à la page 7, il peut arriver que la mise à la terre soit composée de la prise de terre mais aussi de prises de terre de fait telles que le réseau de distribution d'eau ou de gaz en conduite métallique.

Une mesure de terre 3 pôles avec ouverture de la barrette permet donc de mesurer réellement la résistance de la prise de terre alors qu'une mesure de boucle tiendra compte également de la mise à la terre via les prises de terre de fait.

J'ai réalisé une mesure de terre il y a quelques mois et le résultat de mesure actuel ne correspond pas à celui trouvé précédemment. Comment est-ce possible ?

Comme vu à la page 3, la valeur de résistance de terre est sensible à la température et l'hygrométrie. Il est donc normal que des mesures réalisées dans des conditions météorologiques différentes soient sensiblement différentes.

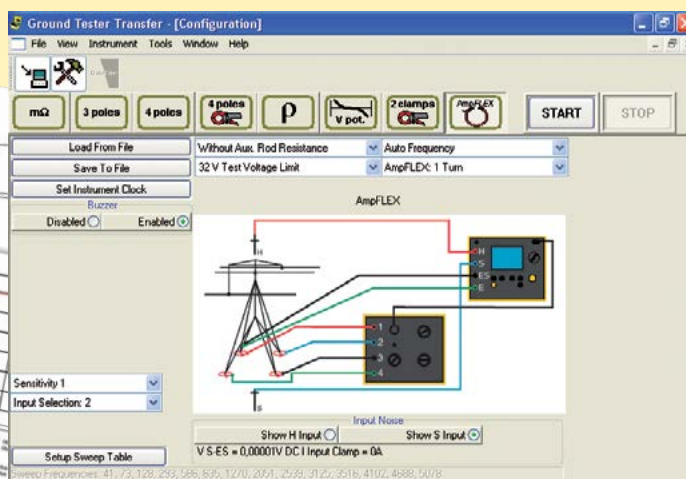
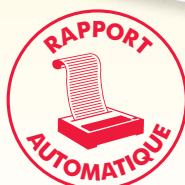
DataView®

(pour C.A 6470N/C.A 6471 /C.A 6472 + C.A 6474)

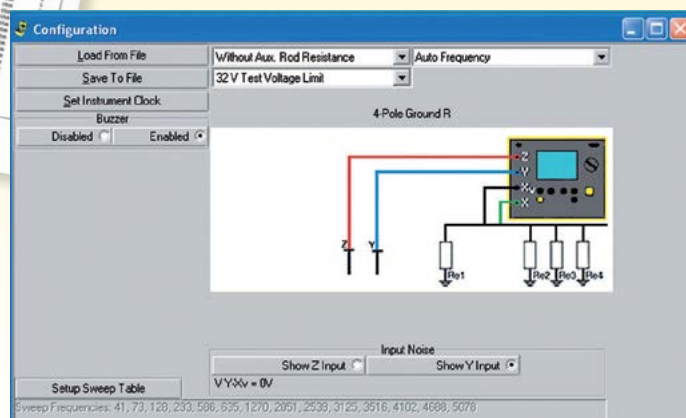
L'outil indispensable pour configurer, lancer les mesures à distance, visualiser les données en temps réel, récupérer les données enregistrées et créer des rapports de mesure standards ou personnalisés

(Le logiciel DataView® est configurable en 5 langues français, anglais, allemand, espagnol et italien)

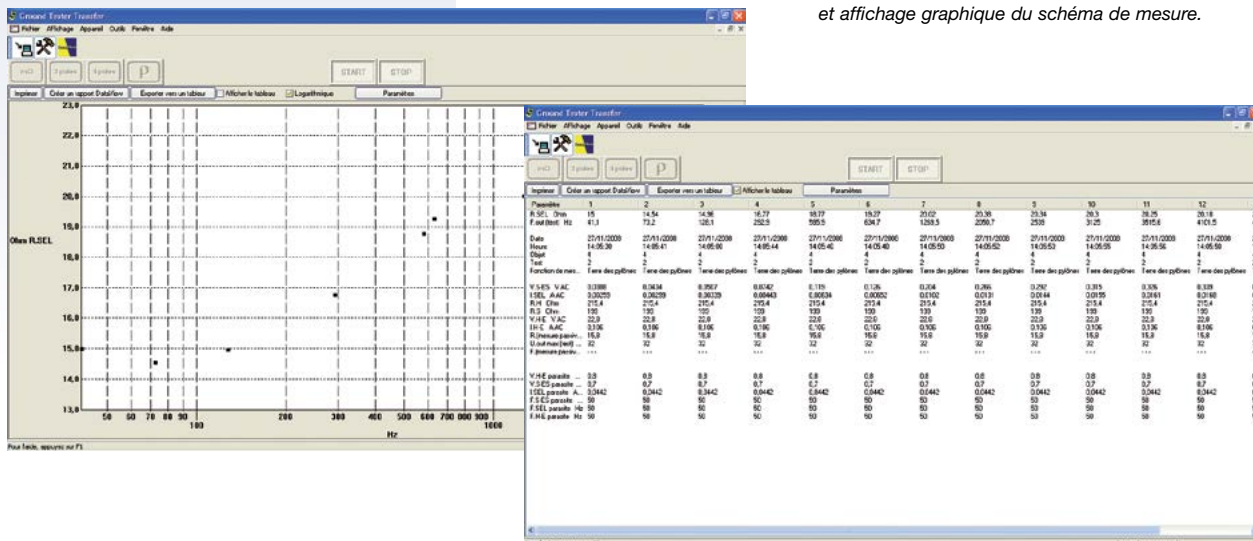
- Configuration des paramètres de mesure de toutes les fonctions
- Lancement des tests à distance par simple appui et affichage des données en temps réel
- Récupération des données enregistrées dans les appareils
- Possibilité d'ajouter directement des commentaires de l'utilisateur dans le rapport de mesure
- Possibilité de créer des modèles de rapports personnalisés
- Affichage des courbes de résultats : mesure d'impédance en fonction de la fréquence, affichage de la tension de pas théorique en fonction de la distance, etc.
- Impression des rapports de mesure standards ou personnalisés



Paramétrage de la méthode de mesure sélectionnée et affichage graphique du schéma de mesure.



Paramétrage de la méthode de mesure sélectionnée et affichage graphique du schéma de mesure.



Lancement du test et résultats sous forme graphique ou numérique.



	C.A 6421	C.A 6423	C.A 6460	C.A 6462	C.A 6470N TERCA 3	C.A 6471	C.A 6472	C.A 6410	C.A 6412	C.A 6415
Terre										
Méthode 3P	●	●	●	●	●	●	●			
Méthode 4P			●	●	●	●	●			
Couplage en automatique					●	●	●			
Terre sélective										
Méthode 4P + pince						●	●			
Méthode 2 pinces						●	●			
Pince de terre								●	●	●
Mesure de terre de pylône										
Avec C.A 6474							●			
Résistivité										
Manuelle			●	●						
Automatique					●	●	●			
Mesure de potentiel										
							●			
Continuité										
					●	●	●			
Fréquence de mesure										
Monofréquence : 128 Hz	●	●	●	●						
Monofréquence : 2403 Hz								●	●	●
De 41 à 512 Hz					●	●				
De 41 à 5078 Hz							●			
Mesures et affichages Rs, Rh										
					●	●	●			
Mesure et affichage U parasite										
					●	●	●			
Afficheur										
Analogique	●									
LCD		●	●	●				●	●	●
LCD 3 afficheurs					●	●	●			
Alimentation										
Piles	●	●	●					●	●	●
Batteries				●	●	●	●			
Page N°	16	16	18	18	20	22	24	30	30	30

Contrôleurs de terre

C.A 6421 & C.A 6423

Autonomes et étanches, les contrôleurs de terre C.A 6421 et C.A 6423 sont des appareils légers et très simples d'utilisation, conçus pour un usage sur le terrain ou dans des conditions difficiles. Ils assurent une mesure de résistance de terre précise et rapide dans les meilleures conditions de confort et de sécurité selon la traditionnelle méthode à piquets. La simple pression sur le bouton poussoir, après installation et connexion des piquets, permet de lire rapidement la mesure de résistance dont la fiabilité est contrôlée par des voyants lumineux.



C.A 6421

Ergonomie

- Boîtier de chantier étanche pour une utilisation sur le terrain
- Excellente lisibilité de l'afficheur analogique ou numérique
- Facilité d'utilisation de l'appareil : raccorder, lancer la mesure et lire le résultat
- Raccordement sans erreur grâce aux codes couleurs entre les bornes et les cordons

Mesures

- Mesure de résistance par méthode 2 ou 3 pôles
- Conçu pour rejeter les forts niveaux de bruits et d'interférences
- Lecture directe du résultat entre 0,5 Ω et 2000 Ω (1000 Ω pour le C.A 6421)
- Auto-range (pour le C.A 6423)
- Voyants lumineux de contrôle des défauts ou perturbations de mesure



C.A 6423

Autonomie

- Fonctionnement sur piles
- Jusqu'à 1 800 mesures de 15 secondes

	C.A 6421	C.A 6423
Fonctionnalités		
Mesure	Terre	Terre
Type	2P & 3P	2P & 3P
Résistivité	Non	Non
Gamme de mesure	0,5 Ω à 1000 Ω	0,01 Ω à 2000 Ω (en 3 calibres automatiques)
Résolution	-	10 m Ω / 100 m Ω / 1 Ω (selon calibre)
Précision	\pm (5 % + 0,1 % à pleine échelle)	\pm (2 % + 1 pt)
Tension à vide	\leq 24 V	\leq 48 V
Fréquence	128 Hz	128 Hz
Alarmes	3 témoins de présence de défauts	3 témoins de présence de défauts
Autres		
Alimentation	8 piles 1,5 V	8 piles 1,5 V
Afficheur	Analogique	LCD numérique 2000 pts
Sécurité électrique	IEC 61010 & CEI 61557	IEC 61010 & CEI 61557
Dimensions	238 x 136 x 150 mm	238 x 136 x 150 mm
Masse	1,3 kg	1,3 kg

Références pour commander

> **C.A 6421** **P01123011**
Livré avec 1 sangle de transport, 8 piles LR6 1,5 V, 1 notice de fonctionnement en 5 langues.

> **C.A 6423** **P01127013**
Livré avec 1 sangle de transport, 8 piles LR6 1,5 V, 1 notice de fonctionnement en 5 langues.

Accessoires / Recharges

Sangle de transport..... P01298005
Fusible HPC 0,1 A - 250 V (jeu de 10)..... P01297012
Pile 1,5 V ALC LR6..... P01296033
Pile 1,5 V ALC LR6 (x 12) P01296033A
Pile 1,5 V ALC LR6 (x 24) P01296033B

Voir page 28 pour les kits de terre et/ou résistivité



Contrôleurs de terre et résistivité

C.A 6460 & C.A 6462

Véritable contrôleur 3 en 1, dans son boîtier robuste et étanche, le C.A 6462 est un appareil spécialement conçu pour le terrain. D'une très grande simplicité d'utilisation, partout où il est nécessaire d'implanter une prise de terre ou de caractériser une terre existante, ce contrôleur contribue à établir un diagnostic précis, fiable et rapide dans des conditions de confort et de sécurité pour l'utilisateur.

Ergonomie

- Boîtier de chantier robuste et étanche pour une utilisation sur le terrain
- Grand afficheur LCD retro-éclairé 2 000 points permettant une excellente lisibilité
- Affichage numérique des valeurs mesurées avec leur unité
- Facilité d'utilisation de l'appareil
- Raccordement sans erreur grâce aux codes couleurs entre les bornes et les cordons

Mesure

- Mesure de terre par méthode 3 ou 4 pôles et résistivité
- Conçu pour rejeter les forts niveaux de bruits et d'interférences
- Auto-range
- 3 témoins lumineux de contrôle :
de fort niveau de bruit,
de résistances de piquets auxiliaires élevées,
d'un défaut de connexion

Autonomie

- Fonctionnement sur piles (C.A 6460) ou par batterie (C.A 6462)



C.A 6460



C.A 6462

	C.A 6460	C.A 6462
Fonctionnalités		
Mesure	Terre / Résistivité / Couplage	Terre / Résistivité / Couplage
Type	3P & 4P	3P & 4P
Gamme de mesure	0,01 Ω à 2000 Ω (en 3 calibres automatiques)	0,01 Ω à 2000 Ω (en 3 calibres automatiques)
Résolution	10 m Ω / 100 m Ω / 1 Ω (selon calibre)	10 m Ω / 100 m Ω / 1 Ω (selon calibre)
Précision	$\pm (2 \% + 1 \text{ pt})$	$\pm (2 \% + 1 \text{ pt})$
Tension à vide	$\leq 24 \text{ V}$	$\leq 48 \text{ V}$
Fréquence	128 Hz	128 Hz
Alarmes	3 témoins de présence de défauts	3 témoins de présence de défauts
Autres		
Alimentation	8 piles 1,5 V	Batterie rechargeable NiMH
Afficheur	LCD numérique 2000 pts	LCD numérique 2000 pts
Sécurité électrique	IEC 61010 & CEI 61557	IEC 61010 & CEI 61557
Dimensions	270 x 250 x 110 mm	270 x 250 x 110 mm
Masse	2,8 kg	3,3 kg

Références pour commander

> C.A 6460P01126501

Livré avec 8 piles LR14 1,5 V et 1 notice de fonctionnement en 5 langues

> C.A 6462P01126502

Livré avec 1 cordon secteur pour recharge et 1 notice de fonctionnement en 5 langues

Accessoires / Recharges

Cordon secteur 2P EUR.....	P01295174
Fusible HPC 0,1 A - 250 V (jeu de 10).....	P01297012
Pack batterie	P01296021
Pile 1,5 V ALC LR14	P01296034
Piles 1,5 V ALC LR14 (x 12).....	P01296034A
Piles 1,5 V ALC LR14 (x 24).....	P01296034B

Voir page 28 pour les kits de terre et/ou résistivité



Contrôleur de terre et résistivité

C.A 6470N TERCA 3

Ce contrôleur de terre et de résistivité s'inscrit dans la gamme complète des contrôleurs multi-fonctions de Chauvin Arnoux. A la fois appareil expert de terrain, conçu en valise chantier robuste et étanche, et néanmoins simple d'utilisation, il offre une ergonomie fonctionnelle ; grand écran retro-éclairé, reconnaissance automatique des branchements, commutateur d'accès direct aux mesures... permettant un usage en toute sécurité pour l'utilisateur.

Ergonomie

- Boîtier de chantier étanche pour une utilisation sur le terrain
- Grand afficheur LCD retro-éclairé et multi-affichage d'une excellente lisibilité
- Facilité d'utilisation de l'appareil
- Reconnaissance automatique d'erreur de connexion
- Raccordement sans erreur grâce aux codes couleurs entre les bornes et les cordons
- Sécurité accrue par affichage des connexions sur l'écran
- Interface communicante USB
- Compatibilité avec le logiciel DataView®



C.A 6470N TERCA 3



DataView®

Mesures

- Mesure de terre par méthode 3 ou 4 pôles
- Résistivité : calcul automatique (méthode de Wenner et Schlumberger)
- Mesure de couplage
- Continuité 200 mA
- Fréquence de mesure : 41 à 512 Hz
- Mesure de résistance des piquets auxiliaires
- Haute réjection des tensions parasites jusqu'à 60 V crête
- Mémorisation des données

Autonomie

- Alimentation par batteries rechargeables
- Adaptateurs pour charge de batterie sur prise allume-cigare ou sur secteur



C.A 6470N Terca 3

Fonctionnalités		
<i>Méthode 3P</i>	Gamme	0,01 Ω à 99,99 k Ω
	Résolution	0,01 Ω à 100 Ω
	Tension d'essai	16 V ou 32 V, sélectionnable
	Fréquence de mesure	De 41 Hz à 512 Hz automatique ou manuel
	Courant de test	Jusqu'à 250 mA
	Précision	± 2 % de la valeur ± 1 pt
<i>Méthode 4P</i>	Gamme	0,001 Ω à 99,99 k Ω
	Résolution	0,001 Ω à 100 Ω
	Tension d'essai	16 V ou 32 V
	Fréquence de mesure	De 41 Hz à 512 Hz automatique ou manuel
	Courant de test	Jusqu'à 250 mA
	Précision	± 2 % de la valeur ± 1 pt
<i>Mesure de résistivité du sol</i> <i>Méthode 4P</i>	Type de mesure	Méthode Wenner ou Schlumberger avec calcul automatique des résultats et affichage en Ω -mètre ou Ω -pied
	Gamme (sélection automatique)	0,01 Ω à 99,99 k Ω
	Résolution	0,01 Ω à 100 Ω
	Tension d'essai	16 ou 32 V, sélectionnable
	Fréquence de mesure	De 41 Hz à 128 Hz sélectionnable
<i>Mesure de tension externe</i>	Gamme (sélection automatique)	0,1 à 65,0 VAC/DC – DC à 450 kHz
	Précision	± 2 % de la valeur + 2 pts
<i>Mesure de résistance /</i> <i>Continuité</i>	Type de mesure	Méthode 2P ou 4P, sélectionnable
	Gamme (sélection automatique)	2P : 0,01 Ω à 99,9 k Ω ; 4P : 0,001 Ω à 99,99 k Ω
	Précision	± 2 % de la valeur + 2 pts
	Tension d'essai	16 VDC (polarité +, – ou auto)
	Courant de test	> 200 mA max. pour R < 20 Ω
<i>Mémorisation</i>	Capacité mémoire	512 résultats d'essai
	Communication	USB à isolement optique
Autres		
Alimentation	Batterie rechargeable	
Alimentation chargeur	Alimentation externe avec sortie 18 VDC / 1,9 A ou alimentation véhicule 12 VDC	
Sécurité électrique	50 V CAT IV	
Dimensions / Masse	272 x 250 x 128 mm / 3 kg	

Référence pour commander

> C.A 6470N Terca 3P01126506

Livré avec 1 adaptateur secteur + câble secteur 2 pôles pour la recharge de la batterie sur le secteur, 1 logiciel d'exportation des données + un cordon de communication optique/USB, 5 notices de fonctionnement (une par langue) sur CD-ROM, 5 notices simplifiées d'utilisation, chacune dans une langue différente, 5 étiquettes caractéristiques, chacune dans une langue différente



Accessoires / Recharges

Logiciel d'édition de rapport DataView®	P01102095
Adaptateur pour charge batterie sur prise allume-cigare	P01102036
Câble de communication optique/RS	P01295252
Cordon d'alimentation secteur GB	P01295253
Lot de 10 fusibles F 0,63 A - 250 V - 5 x 20 mm - 1,5 kA	AT0094
Adaptateur pour charge batterie sur secteur	P01102035
Pack batterie	P01296021
Câble de communication optique/USB.....	HX0056-Z

Voir page 28 pour les kits de terre et/ou résistivité

Contrôleur de terre et résistivité expert

C.A 6471

Un contrôleur de terre et de résistivité qui s'inscrit dans la gamme complète des contrôleurs multi-fonctions de Chauvin Arnoux. C'est le 5 en 1 : terre, terre sélective, résistivité, couplage et continuité dans un appareil expert de terrain, conçu en valise chantier robuste et étanche. Simple d'utilisation, il offre une ergonomie fonctionnelle ; grand écran retro-éclairé, bornes de reconnaissance automatique des branchements, commutateur d'accès direct aux mesures... permettant une utilisation en toute sécurité pour l'utilisateur et une fiabilité des mesures même en présence de sols très résistifs.



C.A 6471

Ergonomie

- Boîtier de chantier étanche pour une utilisation sur le terrain
- Grand afficheur LCD retro-éclairé et multi affichage d'une excellente lisibilité
- Facilité d'utilisation de l'appareil
- Reconnaissance automatique des branchements
- Raccordement sans erreur grâce aux codes couleurs entre les bornes et les cordons
- Sécurité accrue par affichage des connexions sur l'écran
- Interface communicante USB
- Compatibilité avec le logiciel DataView®



DataView®

Mesures

- Mesure de terre par méthode 3 ou 4 pôles
- Mesure de terre sélective (méthode des 4 pôles avec pince, mesure de boucle avec 2 pinces)
- Résistivité : calcul automatique (méthode de Wenner et Schlumberger)
- Mesure de couplage
- Continuité 200 mA
- Fréquence de mesure : 41 à 512 Hz (terre piquet) et 128 Hz à 1758 Hz (mesure sélective avec pinces)
- Mesure de résistance des piquets auxiliaires
- Haute réjection des tensions parasites jusqu'à 60 V crête
- Mémorisation des données

Autonomie

- Alimentation par batteries rechargeables
- Adaptateurs pour charge de batterie sur prise allume-cigare ou sur secteur



C.A 6471

Fonctionnalités		
<i>Mesure avec 2 pinces</i>	Gamme	0,01 Ω à 500 Ω
	Résolution	0,01 Ω à 1 Ω
	Fréquence de mesure	Auto : 1367 Hz ; Manuel : 128 Hz - 1367 Hz - 1611 Hz - 1758 Hz
<i>Méthode 3P</i>	Gamme	0,01 Ω à 99,99 k Ω
	Résolution	0,01 Ω à 100 Ω
	Tension d'essai	Tension nominale de 16 V ou 32 VRMS sélectionnable par l'utilisateur
	Fréquence de mesure	De 41 Hz à 512 Hz automatique ou manuel
	Courant de test	Jusqu'à 250 mA
	Précision	$\pm 2\%$ L + 1 pt à 128 Hz
<i>Mesure 4P / Mesure 4P + pince</i>	Gamme	0,001 Ω à 99,99 k Ω
	Résolution	0,001 Ω à 100 Ω
	Tension d'essai	16 V ou 32 V sélectionnable
	Fréquence de mesure	De 41 Hz à 512 Hz automatique ou manuel
	Courant de test	Jusqu'à 250 mA
	Précision	$\pm 2\%$ de la valeur ± 1 pt
<i>Mesure de résistivité du sol</i>	Type de mesure	Méthode Wenner ou Schlumberger avec calcul automatique des résultats et affichage en Ω -mètre ou Ω -pied
	Gamme (sélection automatique)	0,01 Ω à 99,99 k Ω ; ρ max. 999 k Ω m
	Résolution	0,01 Ω à 100 Ω
	Tension d'essai	16 V ou 32 V, sélectionnable
	Fréquence de mesure	De 41 Hz à 512 Hz sélectionnable
<i>Mesure de tension externe</i>	Gamme (sélection automatique)	0,1 à 65,0 VAC/DC – DC à 450 kHz
	Précision	$\pm 2\%$ de la valeur + 1 pt
<i>Mesure de résistance/ continuité</i>	Type de mesure	Méthode 2P ou 4P, sélectionnable par l'utilisateur
	Gamme (sélection automatique)	2P : 0,01 Ω à 99,9 k Ω – 4P : 0,001 Ω à 99,99 k Ω
	Précision	$\pm 2\%$ de la valeur + 2 pts
	Tension d'essai	16 VDC (polarité +, – ou auto)
	Courant de test	> 200 mA max. pour R < 20 Ω
<i>Mémorisation</i>	Capacité mémoire	512 résultats d'essai
	Communication	USB à isolement optique
Autres		
Alimentation	Batterie rechargeable	
Alimentation chargeur	Alimentation externe avec sortie 18 VDC / 1,9 A ou alimentation véhicule 12 VDC	
Sécurité électrique	50 V CAT IV	
Dimensions / Masse	272 x 250 x 128 mm / 3 kg	

Référence pour commander

> C.A 6471 P01126505

Livré avec 1 adaptateur secteur + câble secteur 2 pôles pour la recharge de la batterie sur le secteur, 1 logiciel d'exportation des données + un cordon de communication optique/USB, 2 pinces C182 avec 2 cordons de sécurité, 5 notices de fonctionnement (une par langue) sur CD-ROM, 5 notices simplifiées d'utilisation, chacune dans une langue différente, 5 étiquettes caractéristiques, chacune dans une langue différente, 1 sac de transport



Accessoires / Rechanges

Logiciel d'édition de rapport DataView®	P01102095
Adaptateur pour charge batterie sur prise allume-cigare	P01102036
Câble de communication optique/RS.....	P01295252
Cordon d'alimentation secteur GB	P01295253
Lot de 10 fusibles F 0,63 A - 250 V - 5 x 20 mm - 1,5 kA.....	AT0094
Adaptateur pour charge batterie sur secteur	P01102035
Pack batterie	P01296021
Câble de communication optique/USB.....	HX0056-Z
Pince MN82 (Ø 20 mm) (avec câble de 2 m pour liaison borne ES).....	P01120452
Pince C182 (Ø 52 mm) (avec câble de 2 m pour liaison borne ES).....	P01120333

Voir page 28 pour les kits de terre et/ou résistivité

Contrôleur de terre et résistivité expert

C.A 6472

Appareil polyvalent le contrôleur de terre et de résistivité C.A 6472 permet de réaliser une expertise complète et rapide de toutes les configurations de mise à la terre en réunissant dans un seul appareil l'ensemble des fonctions de mesure de terre. Reprenant la simplicité de l'ergonomie de ces prédécesseurs, il est lui même conçu en boîtier de chantier robuste et étanche. Il offre, de plus, associé au C.A 6474, la possibilité de mesures de pylône et constitue un outil indispensable au diagnostic et à la maintenance des mises à la terre de tout type de pylône.



C.A 6472

Ergonomie

- Boîtier de chantier étanche pour une utilisation sur le terrain
- Grand afficheur LCD retro-éclairé et multi affichage d'une excellente lisibilité
- Facilité d'utilisation de l'appareil
- Reconnaissance automatique des branchements
- Raccordement sans erreur grâce aux codes couleurs entre les bornes et les cordons
- Sécurité accrue par affichage des connexions sur l'écran
- Interface communicante USB
- Compatibilité avec le logiciel DataView®



DataView®

Mesures

- Mesure de terre par méthode 3 ou 4 pôles
- Résistivité : calcul automatique (méthode de Wenner et Schlumberger)
- Mesure de terre sélective (méthode des 4 pôles avec pince, mesure de boucle avec 2 pinces)
- Mesure de potentiel du sol en fonction de la distance
- Mesure de terre de pylône (associé avec option du C.A 6474)
- Mesure de couplage
- Continuité 200 mA
- Large gamme de fréquence de mesure de 41 à 5078 Hz (automatique pour la fréquence de mesure la plus appropriée, manuel ou balayage)
- Mesure de résistance des piquets auxiliaires
- Haute réjection des tensions parasites jusqu'à 60 V crête
- Mémorisation des données



Autonomie

- Alimentation par batteries rechargeables
- Adaptateurs pour charge de batterie sur prise allume-cigare ou sur secteur

C.A 6472

Fonctionnalités		
<i>Mesures avec 2 pinces</i>	Gamme	0,01 Ω à 500 Ω
	Résolution	0,01 Ω à 1 Ω
	Fréquence de mesure	Auto : 1367 Hz ; Manuel : 128 Hz - 1367 Hz - 1611 Hz - 1758 Hz
<i>Mesures 3P</i>	Gamme (sélection automatique)	0,01 Ω à 99,99 k Ω
	Résolution	0,01 Ω à 100 Ω
	Tension d'essai	Tension nominale de 16 V ou 32 VRMS sélectionnable par l'utilisateur
	Fréquence de mesure	De 41 Hz à 5078 Hz automatique ou manuel
	Courant de test	Jusqu'à 250 mA
	Précision	± 2 % L + 1 pt à 128 Hz
<i>Mesures 4P / Mesures 4P + pince</i>	Gamme	0,001 Ω à 99,99 k Ω
	Résolution	0,001 Ω à 100 Ω
	Tension d'essai	16 V ou 32 V sélectionnable
	Fréquence de mesure	De 41 Hz à 5078 Hz automatique ou manuel
	Courant de test	Jusqu'à 250 mA
	Précision	± 2 % de la valeur ± 1 pt
<i>Mesures de résistivité du sol – Méthode 4P</i>	Type de mesure	Méthode Wenner ou Schlumberger avec calcul automatique des résultats et affichage en Ω -mètre ou Ω -pied
	Gamme (sélection automatique)	0,01 Ω à 99,99 k Ω ; ρ max. 999 k Ω m
	Résolution	0,01 Ω à 100 Ω
	Tension d'essai	16 V ou 32 V, sélectionnable
	Fréquence de mesure	De 41 Hz à 128 Hz sélectionnable
<i>Mesure de tension externe</i>	Gamme (sélection automatique)	0,1 à 65,0 VAC/DC – DC à 450 kHz
	Précision	± 2 % de la valeur + 1 pt
<i>Mesure de résistance/ continuité</i>	Type de mesure	Méthode 2P ou 4P, sélectionnable par l'utilisateur
	Gamme (sélection automatique)	2P : 0,01 Ω à 99,9 k Ω – 4P : 0,001 Ω à 99,99 k Ω
	Précision	± 2 % de la valeur + 2 pts
	Tension d'essai	16 VDC (polarité +, – ou auto)
	Courant de test	> 200 mA pour R < 20 Ω
<i>Mémorisation</i>	Capacité mémoire	512 résultats d'essai
	Communication	USB à isolement optique
Autres		
Alimentation	Batterie rechargeable	
Alimentation chargeur	Alimentation externe avec sortie 18 VDC / 1,9 A ou alimentation véhicule 12 VDC	
Sécurité électrique	50 V CAT IV	
Dimensions / Masse	272 x 250 x 128 mm / 3,2 kg	

Référence pour commander

> C.A 6472P01126504

Livré avec 1 adaptateur secteur + câble secteur 2 pôles pour la recharge de la batterie sur le secteur, 1 logiciel d'exportation des données + un cordon de communication optique/USB, 2 pinces C182 avec 2 cordons de sécurité, 5 notices de fonctionnement (une par langue) sur CD-ROM, 5 notices simplifiées d'utilisation, chacune dans une langue différente, 5 étiquettes caractéristiques, chacune dans une langue différente, 1 sac de transport



Accessoires / Rechanges

Logiciel d'édition de rapport DataView®	P01102095
Adaptateur pour charge batterie sur prise allume-cigare	P01102036
Câble de communication optique/RS	P01295252
Cordon d'alimentation secteur GB	P01295253
Lot de 10 fusibles F 0,63 A - 250 V - 5 x 20 mm - 1,5 kA.....	AT0094
Adaptateur pour charge batterie sur secteur.....	P01102035
Pack batterie	P01296021
Câble de communication optique/USB.....	HX0056-Z
Pince MN82 (Ø 20 mm) (avec câble de 2 m pour liaison borne ES).....	P01120452
Pince C182 (Ø 52 mm) (avec câble de 2 m pour liaison borne ES).....	P01120333

Voir page 28 pour les kits de terre et/ou résistivité

Adaptateur pour mesure de terre des pylônes

C.A 6474

Associé au contrôleur de terre et résistivité expert C.A 6472, le C.A 6474 constitue une solution unique pour la mesure de terre de pylônes en réseau. Grâce à la mesure de terre sélective spécifique, il est possible de déterminer les différentes résistances pour un pylône considéré sans aucune intervention dangereuse et longue sur le câble de garde du réseau de pylônes. L'utilisation de capteurs souples AmpFLEX™, permet de plus la mesure quelle que soit la configuration géométrique du pylône.



C.A 6474

Ergonomie

- Boîtier de chantier étanche pour une utilisation sur le terrain
- Utilisation de capteurs de courant flexibles pour un enserrage aisé des pieds de pylône
- Equipement adaptable à tout type de configuration de pylône
- Compatibilité avec le logiciel DataView®

Mesures

- Résistance de terre de pylônes : mesure sélective permettant de déterminer la valeur de la résistance de terre du pylône sans intervention sur le réseau. Les mesures s'effectuent jusqu'à 5 kHz en modes automatique, fréquence fixe ou en balayage.
- Mesure de la résistance de terre globale du pylône
- Mesure de la résistance de terre de chaque pied du pylône
- Mesures de l'impédance globale de la ligne
- Mesure de la résistance du câble de garde sans intervention sur celui-ci

Autonomie

- Alimentation par le contrôleur C.A 6472



DataView®



	C.A 6474
Fonctionnalités	
Type de mesure	Résistance de terre globale de pylône Résistance de terre de chacun des pieds du pylône Impédance globale de la ligne Qualité de connexion du câble de garde Mesure en actif (injection par le C.A 6472) Mesure en passif (utilisation des courants parasites)
Gamme	0,001 Ω à 99,99 kΩ
Précision	± (5 % + 1 pt)
Fréquence de mesure	De 41 à 5078 Hz
Balayage de fréquence	Oui
Autres	
Alimentation / Mémorisation / Affichage	Réalisés par le C.A 6472
Dimensions / Masse	260 x 240 x 120 mm / 2,3 kg

Référence pour commander

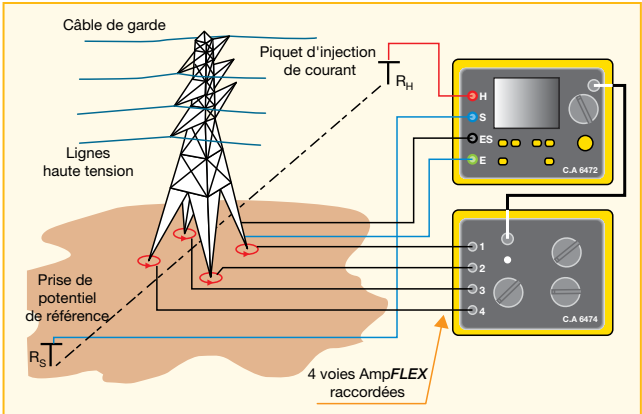
> **C.A 6474****P01126510**
Livré avec une sacoche de transport d'accessoires contenant 1 cordon de liaison, 6 câbles BNC/BNC de longueur 15 m, 4 capteurs de courant flexibles (AmpFLEX™) de longueur 5 m, 1 jeu de 12 bagues d'identification pour AmpFLEX™, 2 câbles (5 m vert, 5 m noir) avec fiches de sécurité sur enrouleur, 5 adaptateurs cosse fourche/fiche banane Ø 4 mm, 3 serre-joints, 1 boucle de calibration, 5 notices de fonctionnement et 5 étiquettes caractéristiques, chacune dans une langue différente.

Accessoires / Rechanges

- Cordon de liaison..... P01295271
- Câble BNC/BNC 15 m..... P01295272
- Capteur de courant flexible 5 m AmpFLEX™ P01120550
- Jeu de 12 bagues d'identification pour AmpFLEX™ P01102045
- Jeu de 3 serre-joints..... P01102046
- Câble vert de 5 m (liaison borne E) P01295291
- Câble noir de 5 m (liaison borne ES)..... P01295292
- Adaptateurs cosse fourche/fiches bananes..... P01102028
- Boucle de calibration..... P01295294
- Capteurs de courant flexibles AmpFLEX™ :
autres longueurs disponibles sur commande



L'utilisation de capteurs AmpFLEX™ offre une grande souplesse vis à vis de la configuration du pylône



Mesure de terre de pylône à l'aide des C.A 6472 + C.A 6474

Kits de terre et/ou de résistivité du sol

Chauvin Arnoux propose des accessoires de qualité pour vos mesures de résistance de terre et/ou de résistivité du sol. Les raccordements se font aisément et sans risque d'erreur grâce à un ingénieux code de couleur des câbles et des bornes de raccordement.

La longueur des câbles est de plus étudiée et adaptée pour répondre aux applications auxquelles nos kits de terre sont destinés.

Pour une bonne prise en main pendant l'installation, les bobines de câble sont équipées d'une poignée. Celle-ci est amovible pour permettre un bon rangement des accessoires.

Ces kits sont compatibles avec tous nos appareils, quelle que soit leur connectique, grâce à des adaptateurs fiche banane et des cosses fourche fournis. Ils rendent universelle l'utilisation de ces accessoires quelle que soit la méthode employée.

Tous les accessoires, piquets de terre, câbles, bobines, pinces crocodiles..., sont facilement transportables dans une même sacoche dotée de zones compartimentées.



Kit de terre : pour les mesures de résistance de terre existante via la méthode 3P



Kit de terre et de résistivité : pour les mesures de terre et de résistivité du sol quelle que soit la méthode utilisée

Composition		
<i>Kit Boucle 1P</i>		1 bobine de 30 m de câble vert et 1 piquet T
<i>Kit de terre méthode 3P</i>	50 m	2 piquets T, 2 bobines de câble (50 m rouge, 50 m bleu), 1 enrouleur de câble (10 m vert), 1 maillet, 5 adaptateurs cosse fourche / fiche banane Ø 4 mm, 1 sac de transport
	100 m	2 piquets T, 2 bobines de câble (100 m rouge, 100 m bleu), 1 enrouleur de câble (10 m vert), 1 maillet, 5 adaptateurs cosse fourche / fiche banane Ø 4 mm, 1 sac de transport
	150 m	2 piquets T, 2 bobines de câble (150 m rouge, 150 m bleu), 1 enrouleur de câble (10 m vert), 1 maillet, 5 adaptateurs cosse fourche / fiche banane Ø 4 mm, 1 sac de transport
<i>Kit de terre & résistivité</i>	100 m	4 piquets T, 4 bobines de câble (100 m rouge, 100 m bleu, 100 m vert, 30 m noir), 1 enrouleur de câble (10 m vert), 1 maillet, 5 adaptateurs cosse fourche / fiche banane Ø 4 mm, 1 sac de transport prestige
	150 m	4 piquets T, 4 bobines de câble (150 m rouge, 150 m bleu, 100 m vert, 30 m noir), 1 enrouleur de câble (10 m vert), 1 maillet, 5 adaptateurs cosse fourche/fiche banane Ø 4 mm, 1 sac de transport prestige
<i>Supplément résistivité</i>	100 m	2 bobines de câble (100 m vert et 30 m noir), 1 sac de transport standard, 2 piquets T
<i>Kit de continuité C.A 647X (position $\mu\Omega$)</i>		4 câbles de 1,5 m terminés par fiche banane Ø 4 mm, 4 pinces crocodiles, 2 pointes de touche

Références pour commander

- > Kit Boucle 1P..... P01102020
- > Kit de terre Méthode 3P 50 m..... P01102021
- > Kit de terre Méthode 3P 100 m..... P01102022
- > Kit de terre Méthode 3P 150 m..... P01102023
- > Kit de terre & résistivité 100 m P01102024
- > Kit de terre & résistivité 150 m P01102025
- > Supplément résistivité (100 m) P01102030
- > Kit de continuité C.A 647X P01102037
(position $\mu\Omega$)

Accessoires / Rechanges

- > Pour kit de terre et de résistivité :
- Enrouleur H de câble vert 10 m..... P01102026
- Lot de 5 adaptateurs pour bornes..... P01102028
- Lot de 4 poignées bobine..... P01102029
- 1 piquet Terre T..... P01102031
- Pince de courant C172 P01120310
- Bobine de câble rouge 166 m P01295260
- Bobine de câble rouge 100 m P01295261
- Bobine de câble rouge 50 m P01295262
- Bobine de câble bleu 166 m P01295263
- Bobine de câble bleu 100 m P01295264
- Bobine de câble bleu 50 m P01295265
- Bobine de câble vert 100 m P01295266
- Bobine de câble noir 33 m P01295267
- Bobine de câble vert 33 m P01295268
- Sac de transport standard P01298066
- Sac de transport prestige P01298067

Pinces de terre

C.A 6410, C.A 6412 & C.A 6415

Ces trois pinces de terre C.A 6410, C.A 6412, C.A 6415, en complément des contrôles de terre classiques, offrent un test rapide et en toute sécurité : la mesure s'effectue sur l'installation électrique sans déconnexion de la barrette de terre et ne nécessite pas l'utilisation de piquets auxiliaires. Conçues pour une prise en main aisée et une utilisation simple par enserrage, elles permettent également de mesurer les courants de fuite s'écoulant dans la terre. Chaque pince, livrée dans une mallette de transport, est un outil fonctionnel indispensable à la maintenance électrique.

Ergonomie

- Simplicité du test de mesure de terre
- Conception robuste de la pince pour un usage terrain intensif
- Ergonomie de la pince étudiée pour une prise en main aisée
- Indication des défauts (courant parasite ou fermeture incorrecte) par affichage de symboles
- Afficheur LCD 3 000 points

Mesure

- Mesure de boucle de terre : 0,1 à 1 200 Ω
- Mesure directe de courant de fuite de 1 mA à 30 A (C.A 6412 – C.A 6415)
- Mémorisation des résultats jusqu'à 99 mesures (modèle C.A 6415)
- Alarmes configurables (modèle C.A 6415)
- Forte immunité aux bruits électriques pour une utilisation auprès des lignes de distribution ou des sous-stations

Autonomie

- Alimentation par piles
- Jusqu'à 1 000 mesures de 30 secondes



Construction de la tête de de mesure

La tête de mesure constitue le composant clé de la pince de terre garantissant les performances du produit. La construction des pinces de terre Chauvin Arnoux® comporte deux circuits magnétiques indépendants et blindés permettant une excellente réjection des bruits de mesure. La conception mécanique assure un alignement stable et répétitif des mâchoires garantissant la précision de mesure. La finition lisse des surfaces en contact interdit l'accumulation de particules pouvant affecter les mesures.



C.A 6410



C.A 6412



C.A 6415

	Gamme	Résolution	Précision
Fonctionnalités			
Résistance de terre	0,00 à 1.00 Ω	0,01 Ω	±2 % ±2 pts
	1,0 à 50,0 Ω	0,1 Ω	±1,5 % ±1 pt
	50,0 à 100,0 Ω	0,5 Ω	±2 % ±1 pt
	100 à 200 Ω	1 Ω	±3 % ±1 pt
	200 à 400 Ω	5 Ω	±6 % ±1 pt
	400 à 600 Ω	10 Ω	±10 % ±1 pt
	600 à 1200 Ω	50 Ω	±25 % ±1 pt
Courant / Courant de fuite (sauf C.A 6410)	1 à 299 mA	1 mA	±2,5 % ±2 pts
	0,300 à 2,999 A	0,001 A	±2,5 % ±2 pts
	3,00 à 29,99 A	0,01 A	±2,5 % ±2 pts
Fréquence de mesure	2403 Hz		
Fréquence de la mesure de courant	47 à 800 Hz		
Indication courants parasites et mauvaise fermeture	Par symbole		
Alarme (sauf C.A 6410 et C.A 6412)	Configurable		
Mémorisation (sauf C.A 6410 et C.A 6412)	99 mesures		
Autres			
Alimentation	1 pile 9 V		
Afficheur	LCD 3000 points		
Sécurité électrique	IEC 61010 - CAT III 150 V		
Dimensions / Masse	55 x 100 x 240 mm / 1 kg		

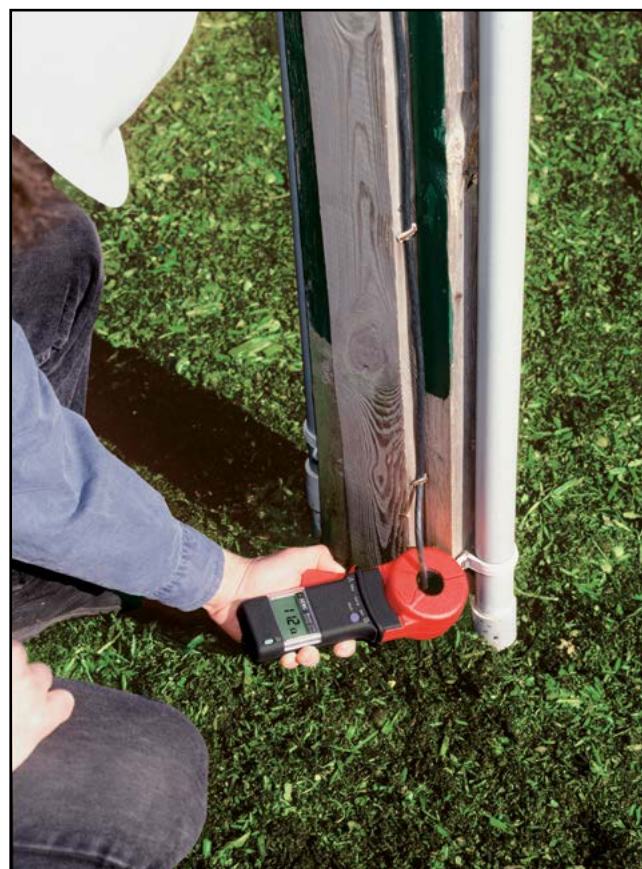
Références pour commander

- > C.A 6410 P01122011
- > C.A 6412 P01122012
- > C.A 6415 P01122013

Chaque pince de terre est livrée dans une mallette de transport avec 1 pile 9 V et 1 notice de fonctionnement en 5 langues

Accessoires / Rechanges

- Boucle de calibration..... P01122301
- Mallette de transport MLT 100 P01298011
- Pile 9 V alcaline..... P01100620
- Pile 9 V alcaline (x 12) P01100620A
- Pile 9 V alcaline (x 24) P01100620B



Leader européen de la mesure

**Trois métiers complémentaires,
une expertise globale**

Au cœur du métier de la mesure électrique tant en qualité de fabricant français d'appareils que par son rôle prépondérant dans la mise en place de systèmes de gestion et contrôle des énergies, le groupe Chauvin Arnoux est aujourd'hui reconnu comme un acteur majeur de la filière électrique et incontournable sur le marché de la mesure thermique.

**Imaginer, concevoir quotidiennement
pour mieux « mesurer » l'avenir**

De la transformation des matières premières jusqu'à l'apport d'un service après-vente, chaque jour nos équipes innovent pour apporter la solution globale aux besoins des industries de pointe, des infrastructures tertiaires et de l'artisan électricien.

Retrouvez-nous sur

www.chauvin-arnoux.com

**Consultez en ligne nos
catalogues produits**



Votre distributeur

FRANCE
Chauvin Arnoux SAS
190, rue Championnet
75876 PARIS Cedex 18
Tél : +33 1 44 85 44 85
Fax : +33 1 46 27 73 89
info@chauvin-arnoux.fr
www.chauvin-arnoux.fr

SUISSE
Chauvin Arnoux AG
Moosacherstrasse 15
8804 AU / ZH
Tél : +41 44 727 75 55
Fax : +41 44 727 75 56
info@chauvin-arnoux.ch
www.chauvin-arnoux.ch

MOYEN-ORIENT
Chauvin Arnoux Middle East
P.O. BOX 60-154
1241 2020 JAL EL DIB (Beyrouth) - LIBAN
Tél : +961 1 890 425
Fax : +961 1 890 424
camie@chauvin-arnoux.com
www.chauvin-arnoux.com

USA
Chauvin Arnoux® Inc.
d.b.a. AEMC® Instruments
15 Faraday Drive - Dover NH 03820
Tel : (603) 749-6434
Fax : (603) 742-2346
sales@aemc.com
www.aemc.com

 **CHAUVIN
ARNOUX**
GROUP