

ISOTER contrôleur d'installations électriques



- ISOLEMENT
- TERRE
- CONTINUITÉ
- TENSION ALTERNATIVE

mode d'emploi



CHAUVIN ARNOUX - 190, rue Championnet - 75890 PARIS CEDEX 18 - Tél. (1) 252-82-55 - Téléc 280589

MD 112-40-01 Ed.1 code 906 110 183

Sommaire

PRESENTATION	3
ACCESSOIRES	4
CARACTERISTIQUES	5
UTILISATION	8
MAINTENANCE	16
NOMENCLATURE	17
SCHEMA D'IMPLANTATION	21
SCHEMA ELECTRIQUE	22
ANNEXE : Rappel sur les normes et décrets	25

PRESENTATION

L'ISOTER (réf. 1310-01) est livré avec un jeu de deux cordons n° 153B/161, huit piles et un mode d'emploi

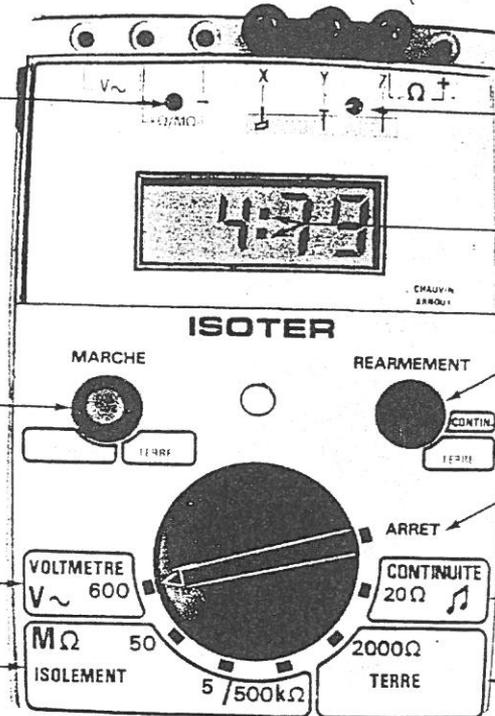
Voyant "mesure d'isolement" (défaut) voir page 14

Poussoir marche (terre et isolement)

Fonction "mesure de tension alternative" voir page 16

Fonction "mesure d'isolement sous 500 V" voir page 14

Mesure d'isolement
Mesure de tensions alternatives
Mesure de terre
Mesure de continuité



Voyant "mesure de terre" (défaut) voir page 12

Indicateur d'usure des piles

Disjoncteur (continuité et terre)

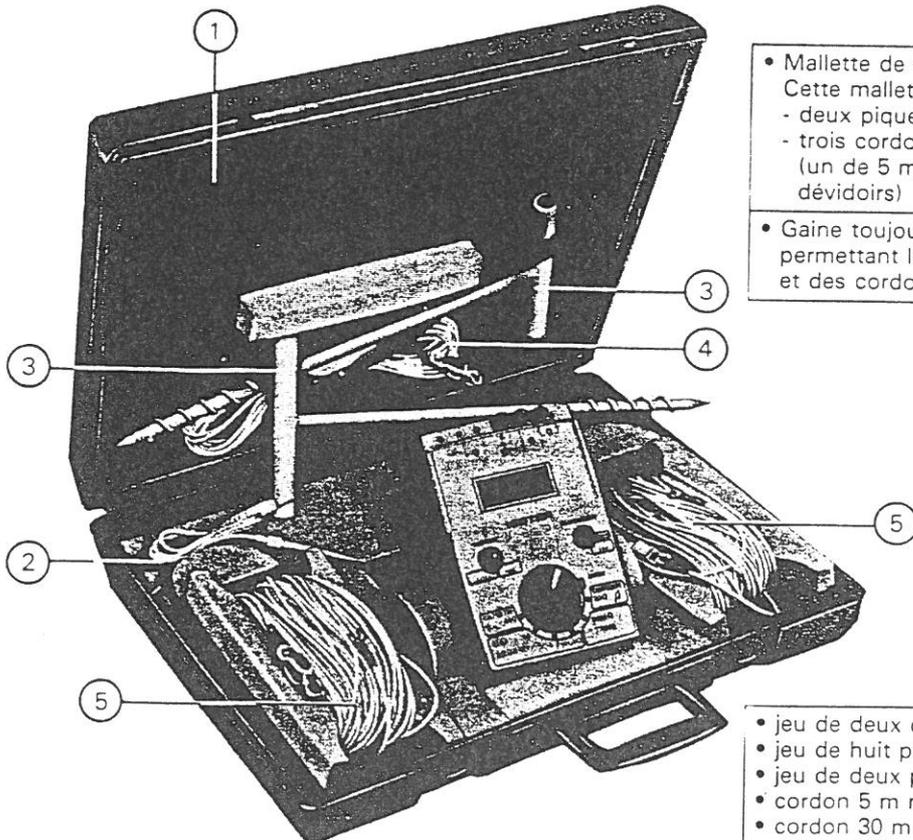
Fonction arrêt (+ plot "mort" entre chaque calibre)

Fonction "mesure de continuité" et test sonore de continuité voir page 15

Fonction "mesure de terre" voir page 8

3

ACCESSOIRES



	Référence	Repère
<ul style="list-style-type: none"> Mallette de transport <p>Cette mallette est livrée équipée avec :</p> <ul style="list-style-type: none"> - deux piquets (tarières) - trois cordons pour les mesures de terre (un de 5 m et deux de 30 m avec dévidoirs) 	1007-92	1
<ul style="list-style-type: none"> Gaine toujours prête TPI permettant le rangement de l'ISOTER et des cordons 153B/161 	1007-97	2

RECHANGE

	Référence	Repère
• jeu de deux cordons de mesure 153B/161	1007-75	3
• jeu de huit piles 1,5 V	1007-74	4
• jeu de deux piquets (tarières)	1007-91	5
• cordon 5 m n° 126 AP	1007-87	6
• cordon 30 m n° 126 DP	1007-89	7

4

CARACTERISTIQUES

CARACTERISTIQUES GENERALES

- Boîtier**
- Isolant en ABS
 - Degré d'étanchéité selon la norme NF C 20 010 : IP 50
 - Béquille pour utilisation en position inclinée ou transport
 - Tension d'épreuve diélectrique : 2 000 V eff. 50 Hz - 1 min entre toutes les bornes réunies entre elles et toute masse métallique extérieure accessible du boîtier
 - Dimensions : 196 × 132 × 95 mm
 - Masse : 950 g (avec piles)
- Affichage**
- 7 segments à cristaux liquides (chiffres de 18 mm de hauteur)
 - 2000 points de mesure
 - indication de dépassement par extinction de tous les chiffres à l'exception du chiffre des milliers et de la virgule (pour la fonction isolement, un affichage aberrant - segments de chiffres - apparaît au-delà de 499 points)
- Alimentation**
- 8 piles de 1,5 V type LR 6 (alcaline)
 - domaine de tension admissible : 1,3 V à 9 V environ
 - indication d'usure des piles par affichage de deux points entre dizaines et centaines
 - autonomie : environ 1500 mesures de 15 secondes (isolement et terre)
 - autonomie disponible après indication d'usure des piles : environ 100 mesures de 15 secondes

Conditions d'environnement

Domaine	Référence	Utilisation	Stockage
Température	23°C ± 3°C	- 5°C à + 50°C	- 20°C à + 70°C
Humidité	30 à 60 % HR	70 % HR à 40°C	80 % HR hors condensation

5

CARACTERISTIQUES DE CHAQUE FONCTION

Ohmmètre de terre

- Calibre : 2000 Ω
- Résolution : 1 Ω
- Précision : ± 1 % de la mesure ± 2 Ω
- Résistance maximale admissible des terres auxiliaires Y ou Z : 5000 Ω
- Consommation moyenne : 65 mA
- Protection : par surdimensionnement des composants et disjoncteur magnétoélectrique
- Signalisation par voyant indiquant :
 - coupure de la terre auxiliaire Z ou de la terre à mesurer X
 - valeur trop élevée (>5000 Ω) de la terre auxiliaire Z ou de la terre à mesurer X
 - présence d'une tension (>20 V) sur X, Y ou Z pouvant fausser la mesure
 - disjoncteur non réarmé

Mégohmmètre d'isolement

Calibre	Résolution	Précision	Courant de mesure	Tension aux bornes de RX	
500 kΩ	1 kΩ	3 % de la mesure ± 1 kΩ	1 mA	500 V _~ pour 500 kΩ	250 V _~ pour 250 kΩ
5 MΩ	10 kΩ	1,5 % de la mesure ± 10 kΩ	100 μA	500 V _~ pour 5 MΩ	250 V _~ pour 2,5 MΩ
50 MΩ	100 kΩ	3 % de la lecture ± 100 kΩ	10 μA	500 V _~ pour 50 MΩ	250 V _~ pour 25 MΩ

- Consommation moyenne : 150 mA
- Protection : surcharge permanente admissible : 380 V eff.
- Signalisation : voyant de présence d'une tension sur le circuit testé (> 100 V ~)

6

Ohmmètre de continuité

- Calibre : 20 Ω
- Résolution : 0,01 Ω
- Précision : $\pm 1\%$ de la mesure $\pm 0,03\ \Omega$
- Courant de mesure maximal : 100 mA_{cc}
- Tension de test maximale : 13 V
- Consommation : 65 mA
- Protection : par limiteur à diode, surdimensionnement des composants et disjoncteur magnéto-électrique
- Signalisation : signal sonore validant la mesure (résistance $\leq 200\ \Omega$). Le dispositif est particulièrement intéressant pour tous les tests de continuité

Voltmètre alternatif

- Calibre 600 V_~
- Résolution : 1 V
- Impédance d'entrée : 1 M Ω
- Précision : 0,5 % de la mesure $\pm 2\ V$
- Consommation moyenne : 1,2 mA
- Protection : surcharge permanente admissible 800 V eff.

7

UTILISATION

MESURES DE TERRE (voir Annexe page 25)

Nature d'une prise de terre

Les prises de terre peuvent être de l'un des types suivants : conducteurs nus, rubans, piquets, plaques, conduites métalliques d'eau, fondations des bâtiments, autres structures enterrées appropriées (nature définie dans la norme NF C 15-100)

Qualité d'une prise de terre

Sur le plan théorique, on peut réaliser une prise de terre au moyen d'un piquet enfoncé dans le sol. L'écoulement d'un courant de défaut se fera donc d'abord à travers les résistances de contacts qui se subdivisent elles-mêmes en une multitude de résistances constituées par les intervalles existant entre chacun des constituants du terrain considéré (fig. 1).

A une certaine distance de la prise de terre, le nombre de résistances de contact en parallèle tend vers l'infini et constitue une résistance équivalente quasiment nulle. A partir de cette distance, la zone de référence qui constitue la réelle mise à la terre est atteinte. Il existe donc autour de chaque prise de terre une zone d'influence (zone à partir de laquelle la résistance devient nulle) dont on ignore la forme et l'étendue (fig. 2).

La qualité d'une prise de terre dépend donc de sa forme, de sa surface et de la résistivité du terrain (voir Annexe page 25).

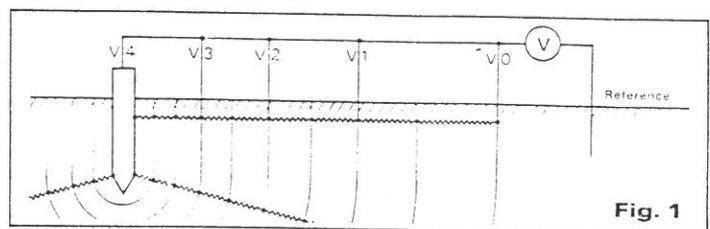


Fig. 1

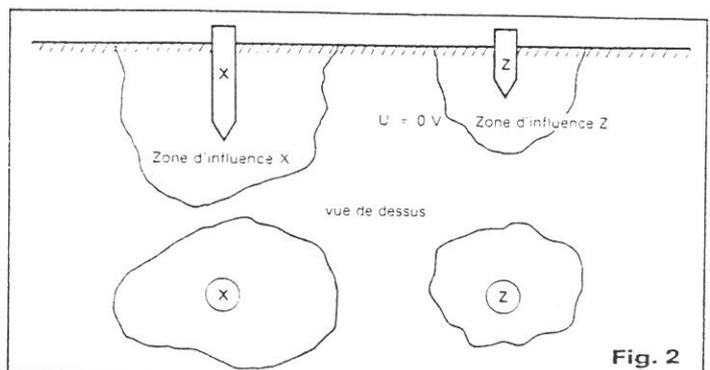


Fig. 2

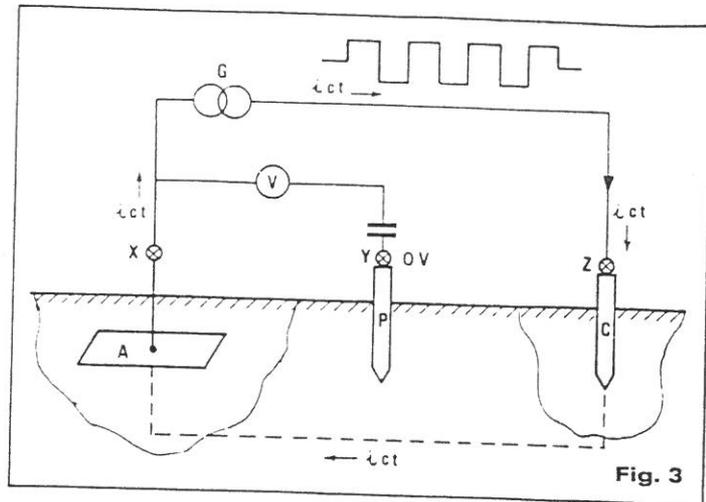
Principe

À étant la prise de terre à mesurer (fig. 3), on fait circuler, à l'aide d'un générateur approprié G, un courant alternatif (i) constant à travers la prise auxiliaire C(Z) dite "prise d'injection courant", le retour se réalisant par la prise de terre A(x).

On mesure la tension V entre la prise A(x) et le point du sol où le potentiel est nul au moyen d'une autre prise auxiliaire P(Y) dite "prise de potentiel 0 volt".

La tension V est mesurée après un redressement, synchronisé avec le générateur G, de façon à éliminer l'influence des courants parasites alternatifs. Le quotient de la tension V, ainsi mesurée, par le courant constant injecté (i), donne la résistance recherchée.

La fréquence du générateur de courant doit être choisie en dehors de celle du secteur et de ses harmoniques (une valeur de 160 Hz est bien adaptée). De plus, un filtre sélectif (50 Hz) et un condensateur bloquant les composantes continues rendent l'ISOTER pratiquement insensible aux courants telluriques.



9

Position des prises auxiliaires

La mesure de la résistance d'une prise de terre nécessite l'emploi de deux prises auxiliaires (injection de courant et référence de potentiel 0 volt) dont la position par rapport à la prise de terre est déterminante pour effectuer une bonne mesure.

Seuls des calculs complexes, à partir de cartes de résistivité des sols, permettraient de définir ces positions. Toutefois, il existe des méthodes empiriques pour guider l'opérateur dans le positionnement correct des prises afin que les zones d'influence de X et Z ne se recouvrent pas.

L'expérience montre que si l'on fait une série de mesures en déplaçant la prise de potentiel Y entre les points X et Z, on détermine une courbe ayant l'allure de celle de la figure 6.

D'autre part, pour une terre réalisée au moyen d'un piquet, des abaques permettent de connaître le rayon hémisphérique rH de cette prise de terre (fig. 4) en fonction de sa profondeur d'enfoncement et ainsi de déterminer, en fonction de rH (fig. 5), la distance minimale à adopter entre les prises auxiliaires et la terre à mesurer.

Par exemple : un piquet de terre de 25 mm de diamètre enfoncé à 3 m de profondeur donne un rayon de 0,50 m, ce qui correspond à des distances minimales devant séparer respectivement les prises de courant et de potentiel de la prise de terre de : 28 et 17,5 m.

Il suffit ensuite de déplacer de $\pm 10\%$ de la distance entre X et Z, la prise de potentiel Y et de s'assurer que les mesures restent pratiquement constantes, à quelques % près. Dans le cas contraire, il y aura lieu d'augmenter la distance XZ et de recommencer les mesures. Lors des contrôles périodiques, si pour des raisons autres que saisonnières, d'importantes variations sont enregistrées, cela peut signifier que la prise de terre a été attaquée par la corrosion.

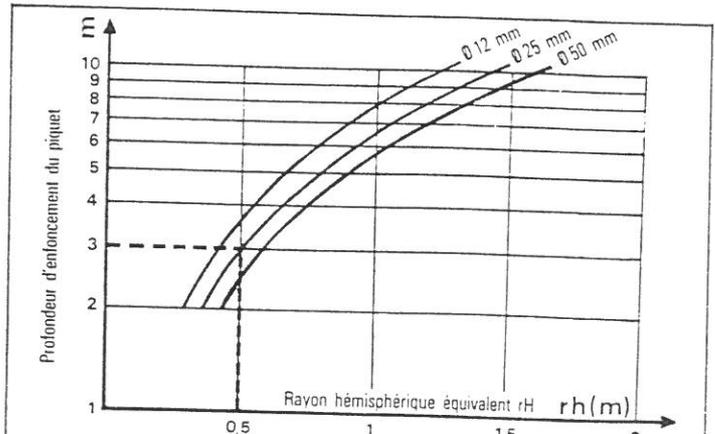


Fig. 4

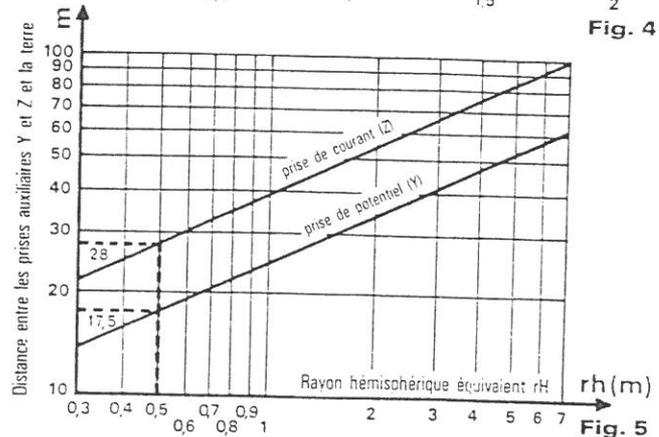
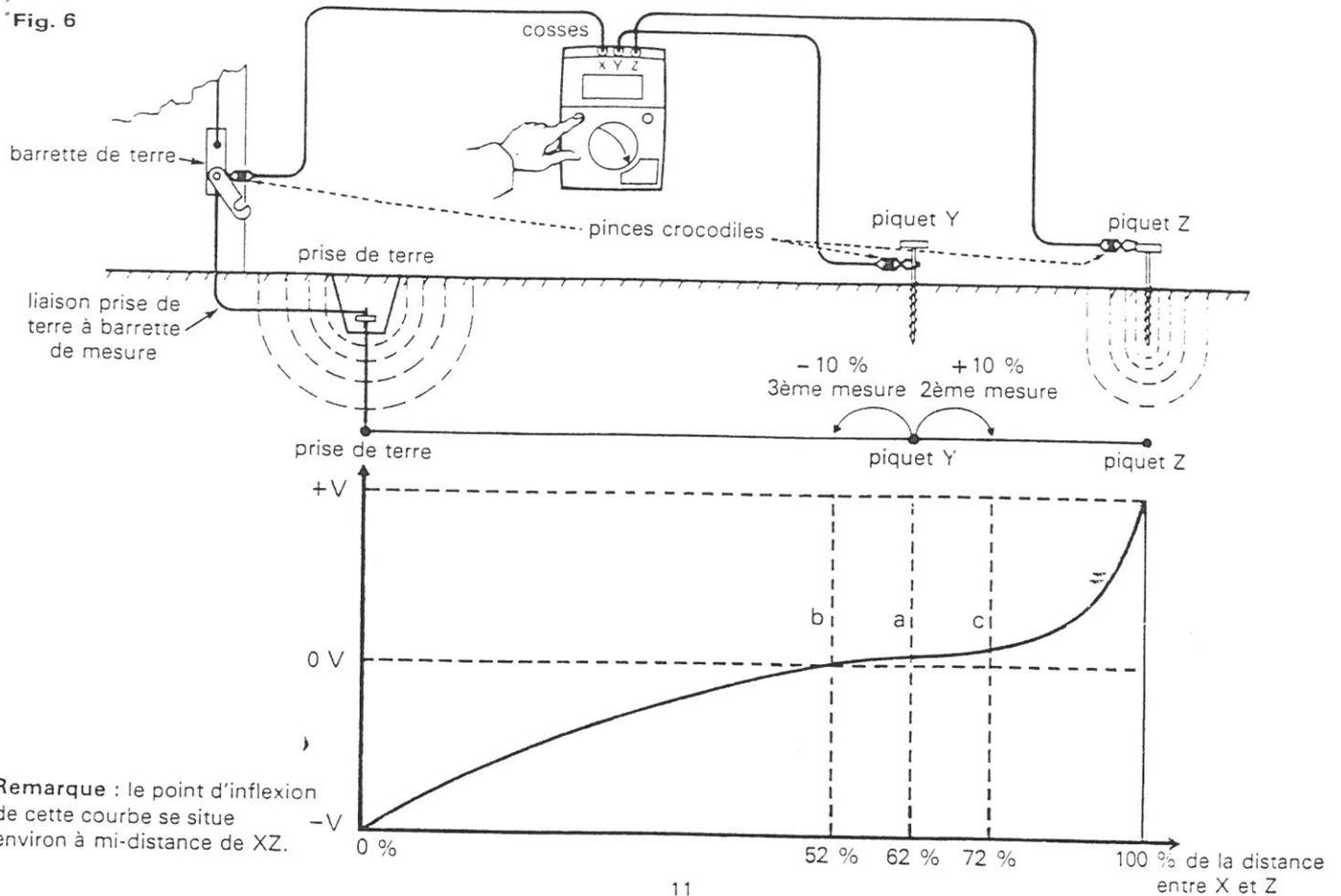


Fig. 5

Fig. 6



11

Mode opératoire (voir fig. 6)

- Placer le commutateur de l'ISOTER sur la fonction terre
 - Ouvrir la barrette de terre
- a) La position de la prise de terre est connue et est réalisée par un piquet
- enfoncer (complètement si possible) les piquets en ligne avec le piquet de terre, le piquet Y situé à peu près à 62 % de la distance entre la prise de terre et le piquet Z, en partant de la prise de terre (voir "Position des prises auxiliaires", fig. 5)
 - raccorder la barrette (côté terre) et le piquet Z respectivement aux bornes X et Z de l'ISOTER avec les cordons de 30 mètres, puis le piquet Y à la borne Y de l'ISOTER avec le cordon de 5 mètres
 - appuyer sur le poussoir marche ; **le voyant de droite (rouge) ne doit pas s'allumer.**
- Ce voyant signale :
- . coupure de la terre auxiliaire Z ou de la terre à mesurer X
 - . valeur trop élevée ($\geq 5000 \Omega$) de la terre auxiliaire Z ou de la terre à mesurer X
 - . présence d'une tension ($\geq 20 \text{ V}$) sur X, Y ou Z pouvant fausser la mesure
 - . disjoncteur non réarmé
- noter la valeur de la résistance affichée
- déplacer le piquet Y le long de la droite formée par la prise de terre et le piquet Z, de + 10 %, puis de - 10 % ; noter les valeurs trouvées : si les trois valeurs sont identiques, à quelques % près, la mesure de la prise de terre est correcte ; sinon augmenter la distance entre la prise de terre et le piquet Z et recommencer les mesures.
- b) La position de la prise de terre n'est pas connue :
- enfoncer (complètement si possible) les piquets alignés approximativement avec la barrette de terre, le piquet Z étant à 30 mètres, par exemple, de la barrette et le piquet Y environ à 18 mètres.
 - raccorder la barrette de terre (côté terre) et le piquet Z respectivement aux bornes X et Z de l'ISOTER avec les cordons de 30 mètres, puis le piquet Y à la borne Y de l'ISOTER avec le cordon de 5 mètres.
 - appuyer sur le poussoir marche ; le voyant de droite (rouge) ne doit pas s'allumer
- Ce voyant signale :
- . coupure de la terre auxiliaire Z ou de la terre à mesurer X
 - . valeur trop élevée ($\geq 5000 \Omega$) de la terre auxiliaire Z ou de la terre à mesurer X
 - . présence d'une tension ($\geq 20 \text{ V}$) sur X, Y ou Z pouvant fausser la mesure
 - . disjoncteur non réarmé

- noter la valeur de la résistance affichée
- déplacer le piquet Y le long de la droite formée par la barrette de terre et le piquet Z, à 15 mètres puis 21 mètres ; noter les valeurs trouvées : si les trois valeurs sont identiques, à quelques % près, la mesure de la prise de terre est correcte ; sinon augmenter la distance entre la barrette de terre et le piquet Z (40 mètres par exemple) et recommencer les mesures.

Remarque

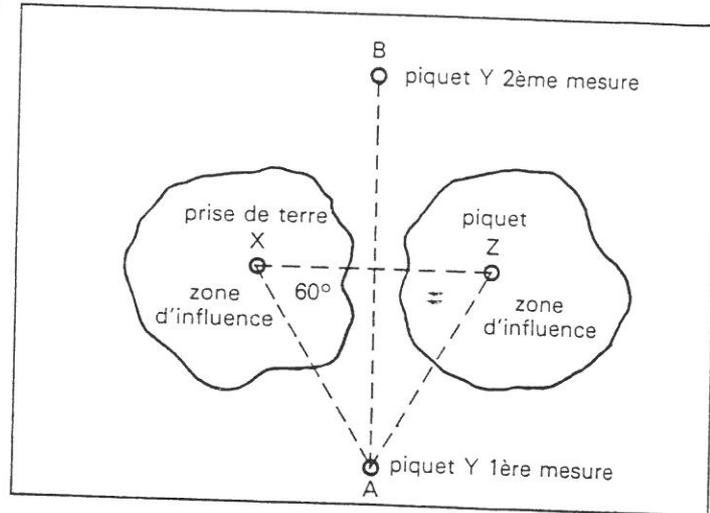
Lorsque la méthode décrite précédemment n'est pas réalisable (impossibilité d'alignement ou obstacle interdisant un éloignement suffisant de Z), on peut effectuer une mesure en triangle (voir schéma ci-contre).

- la prise de terre X et les piquets Y et Z forment un triangle équilatéral (si possible)
- effectuer une première mesure en plaçant le piquet Y en A, puis une deuxième en le plaçant en B, et comparer les valeurs ainsi obtenues

Si les valeurs trouvées sont très différentes, le piquet Y est dans une zone d'influence ; il faut alors éloigner considérablement les piquets Z et Y et recommencer les mesures.

Si les valeurs trouvées sont voisines, à quelques % près, la mesure est considérée comme bonne.

Toutefois, cette méthode fournit des résultats incertains ; en effet, même lorsque les valeurs trouvées en A et B sont voisines, les zones d'influence peuvent se chevaucher.



MESURES D'ISOLEMENT (voir Annexe page 25)

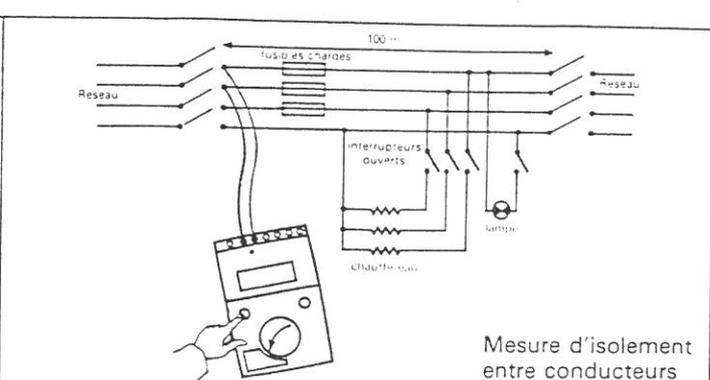
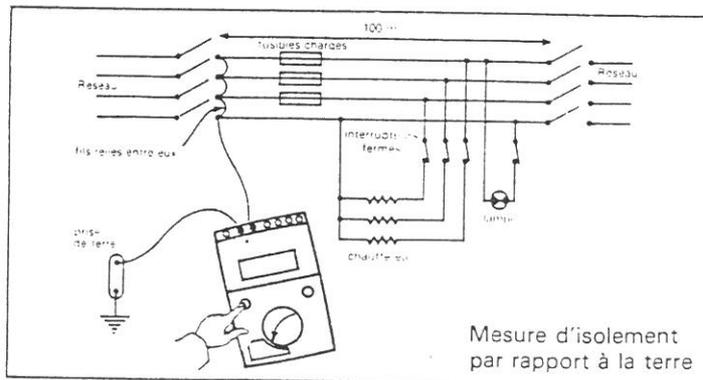
Il est obligatoire de vérifier périodiquement les isolements d'une installation électrique.

Deux sortes de mesures sont exigées :

- la vérification de l'isolement des conducteurs entre eux (en particulier avant la mise sous tension d'une installation neuve)
- la vérification de l'isolement de l'ensemble de l'installation par rapport à la terre

Mode opératoire

- Fractionner l'installation à vérifier en tronçons d'environ 100 mètres lorsque cela est possible.
- Isoler du réseau le tronçon à vérifier.
- S'assurer que tous les appareils sont :
 - déconnectés pour le cas de mesure d'isolement entre conducteurs
 - connectés pour le cas de mesure d'isolement par rapport à la terre (voir Annexe page 25)
- Placer le commutateur de l'ISOTER sur le calibre 500 kΩ de la fonction isolement
- Raccorder l'ISOTER selon les schémas ci-dessous
- Vérifier l'absence de tension : le voyant de gauche (blanc) ne doit pas s'allumer ; sinon, mettre le circuit hors tension
- Appuyer sur le poussoir marche
- Si nécessaire, changer de calibre
- Lire l'isolement (en kΩ ou en MΩ).

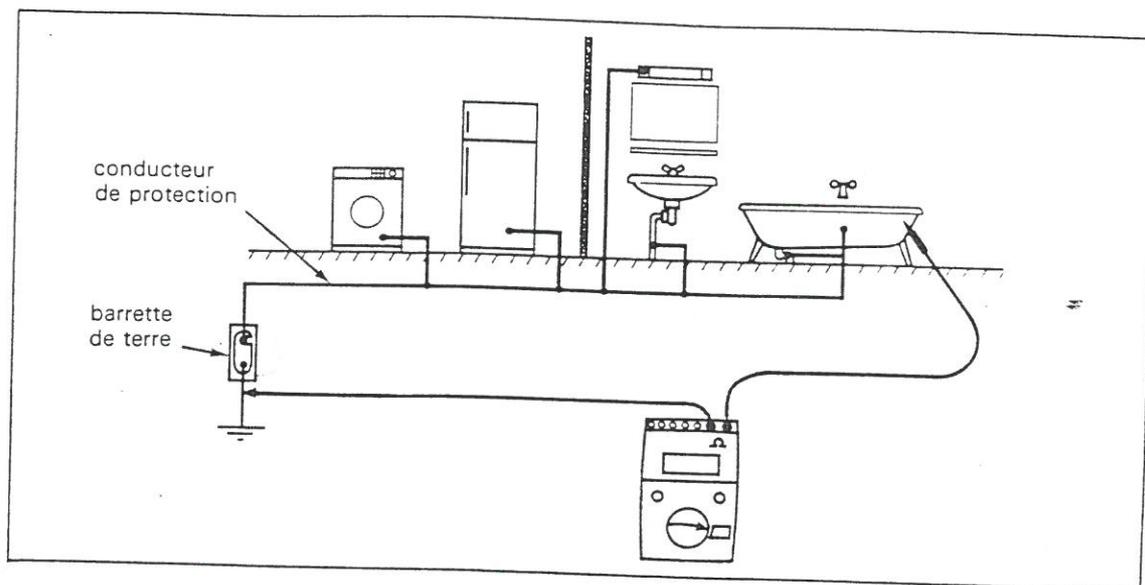


MESURE DE CONTINUITÉ

La mesure des continuités a pour but de déterminer la résistance en dixième d'ohm des liaisons équipotentielle entre les masses métalliques et la barrette de terre. Cette mesure doit s'effectuer entre la masse métallique de l'appareil et la barrette de terre.

Mode opératoire

- Déconnecter complètement l'installation du réseau
- Placer le commutateur de l'ISOTER sur la position continuité
- Raccorder l'ISOTER selon le schéma ci-dessous
 - un signal sonore immédiat valide la mesure (vérification rapide)
 - lire la résistance de continuité en ohm

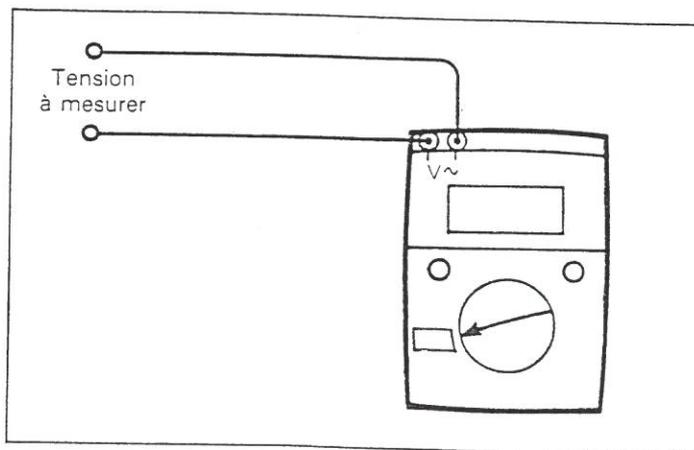


15

MESURE DE TENSIONS ALTERNATIVES (voir Annexe page 25)

L'ISOTER est muni d'un calibre voltmètre 600V~ ; celui-ci permet :

- de déterminer avant la mesure de l'isolement, la tension d'alimentation de l'installation et par conséquent le seuil d'isolement nécessaire.
- de s'assurer, avant les mesures d'isolement ou de continuité, de l'absence de tension sur l'installation à contrôler.



MAINTENANCE

Toute intervention interne sur l'ISOTER, autre que le remplacement des piles, met fin à la garantie. En cas de non fonctionnement de l'appareil, vérifier l'état des piles et s'assurer que le disjoncteur est réarmé (fonction terre et continuité). Il est possible de vérifier la fonction terre en mesurant une résistance connue : court-circuiter les bornes Y et Z et brancher la résistance entre les bornes X et Y.

REPLACEMENT DES PILES.

L'ISOTER est alimenté par huit piles de 1,5 V, type LRG, situées dans un logement au dos de l'appareil. Dévisser les quatre vis cruciformes imperdables ; ouvrir le boîtier et changer les piles en respectant la polarité.

16

NOMENCLATURE

Les composants repérés d'un * font partie de la carte supérieure, les autres de la carte inférieure.

A) Fonction VOLTMETRE CONTINU NUMERIQUE (1 volt = 1000 points)

R1	680 kΩ	5 %	1/4 W	normalisée	522 635 L
R3	470 kΩ	5 %	1/4 W	normalisée	522 635 F
R4	680 kΩ	5 %	1/4 W	normalisée	522 635 L
R5	100 kΩ	5 %	1/4 W	normalisée	521 779 C
R6	100 kΩ	5 %	1/4 W	normalisée	521 779 C
R7	100 kΩ	5 %	1/4 W	normalisée	521 779 C
R8	13,7 kΩ	1 %	1/8 W	50 ppm	524 343 G
R9	27,4 kΩ	1 %	1/8 W	50 ppm	523 839 X
R10	10 kΩ	5 %	1/4 W	normalisée	521 779 K
R11	10 kΩ	5 %	1/4 W	normalisée	521 779 K
R12	470 kΩ	5 %	1/4 W	normalisée	522 635 F
R13	470 kΩ	5 %	1/4 W	normalisée	522 635 F
R14	1 MΩ	5 %	1/4 W	normalisée	521 823 Z
R15	360 kΩ	5 %	1/4 W	normalisée	522 635 P
R16	220 kΩ	5 %	1/4 W	normalisée	522 369 B
R17	47 kΩ	5 %	1/4 W	normalisée	521 823 S

multitours Cermet

523 108 H

chimique type CMF

523 096 A

plastipuce

524 121 D

type BR 7

521 777 Y

plastipuce

524 121 B

plastipuce

524 121 D

céramique type GIZ 606

523 832 E

tantale goutte

522 925 C

céramique type GOX 764J4

523 867 D

céramique type GOX 764J4

523 867 D

céramique type GOX 764J4

523 867 D

523 206 Q

Convertisseur A/D ICL 7106 RCPL

524 291

CD 4051 AE

523 814 W

CD 4070 BE

524 089 H

Afficheur à cristaux liquides

524 350

Boitier coupleur de piles

524 334

8 piles alcaline 1,5 V type LR 6 (8 fois)

524 192

Connecteur à pression

524 031

B) Fonction MEGOHMMETRE

R401	100 Ω	5 %	1/4 W	normalisée	521 779 E
R402	1 kΩ	5 %	1/4 W	normalisée	521 779 H
R403	33 Ω	5 %	1/4 W	normalisée	522 369 F
R404	10 kΩ	5 %	1/4 W	normalisée	521 779 K
R405	22 Ω	5 %	1/4 W	normalisée	522 152 S
R406	2,2 MΩ	5 %	1/3 W	type LCA 0309	523 086 C
R407	100 kΩ	5 %	1/4 W	normalisée	521 779 C
R408	22 kΩ	5 %	1/4 W	normalisée	521 779 B
R409	47 kΩ	5 %	1/4 W	normalisée	521 823 S
R410	220 kΩ	5 %	1/4 W	normalisée	522 369 B

R411	470 kΩ	5 %	1/4 W	normalisée	522 635 F
R412	220 kΩ	5 %	1/4 W	normalisée	522 369 B
R413	100 kΩ	5 %	1/4 W	normalisée	521 779 C
R414	10 kΩ	5 %	1/4 W	normalisée	521 779 K
R415	12 kΩ	5 %	4 W	type R0P4	523 069 E
R416	4,7 MΩ	5 %	1/2 W	normalisée	522 642 E
R417	330 kΩ	5 %	1/4 W	normalisée	522 152 H
R418	330 kΩ	5 %	1/4 W	normalisée	522 152 H
R419	33 kΩ	5 %	1/2 W	normalisée	520 887 U
R420	4,7 MΩ	5 %	1/2 W	normalisée	522 642 E
R421	8,2 kΩ	5 %	1/4 W	normalisée	521 779 M
R422	4,99 MΩ	1 %	1/4 W	50 ppm type RCMX 05	524 038 V
R423	4,53 kΩ	1 %	1/8 W	50 ppm	523 128 A
R424	100 kΩ	5 %	1/2 W	carbone	521 669 J
R425	470 kΩ	5 %	1/4 W	normalisée	522 635 F
R426	470 kΩ	5 %	1/4 W	normalisée	522 635 F
R427	10 kΩ	5 %	1/4 W	normalisée	521 779 K
R428	249 kΩ	1 %	1/4 W	50 ppm	523 275 L
R429	24,9 kΩ	1 %	1/2 W	50 ppm type RCMS1	523 940 L
R430	2,49 kΩ	1 %	1/2 W	50 ppm type RCMS1	523 940 M

monotour carbone type PAC 10 VAO

monotour Cermet type VA 05 V

522 727 J

522 956 B

522 703 U

523 017 B

523 300 N

522 703 U

522 754 Z

524 121 E

522 324 Y

524 121 C

522 324 Y

523 228 M

523 867 D

523 832 E

522 925 A

523 624 N

523 206 Q

523 206 Q

523 015 W

523 739 R

523 739 R

523 739 R

523 739 R

523 093 E

néon 65 V - 0,5 mA type LX7 0,5 / 6 x 13 (Silico)

524 347

transfo oscillateur pot ferrite

677 725-93

C) FONCTION OHMMETRE DE CONTINUITE

R101	47 Ω	5 %	6 W	bobinée	521 041 P
R102	10 Ω	0,5 %	1/2 W	100 ppm	522 679 F
R103	39 Ω	5 %	0,7 W	carbone	523 796 J

D302	1 N 4148			522 703 U
D303	Zener 5,1 V	BZX	55 C	523 300 B
D304	Zener 5,1 V	BZX	55 C	523 300 B
D305	1 N 4148			522 703 U
D306	1 N 4148			522 703 U
D307	1 N 4148			522 703 U
D308	1 N 4148			522 703 U
D309	Zener 24 V	5 W	BZV	48 CC 24
D310	Zener 24 V	5 W	BZV	48 CC 24
D311	Zener 5,1 V	BZX	55 C	524 332 F
				523 300 B
D313	Zener 20 V	BZX	55 C	523 017 K
D314	Zener 20 V	BZX	55 C	523 017 K
D315	1 N 4148			522 703 U
D316	1 N 4148			522 703 U
D317	Led rouge (6 mcd) \pm mA) type GL 5 PR 6			523 175 Q
C301	1 nF	10 %	63 V	523 709 V
C302	1 μ F	10 %	100 V	524 121 E
C303	47 μ F		16 V	523 124 E
C304	47 μ F		16 V	523 124 E
C305	10 μ F		25 V	522 925 W
C306	100 pF	20 %	500 V	523 832 E
C307	1500 pF		500 V	523 228 J
C308	1500 pF		500 V	523 228 J
Q301	MPSA 06 NPN (80 V - 500 mA)			523 675 E
Q302	MPSA 06 NPN (80 V - 500 mA)			523 675 E
Q303	MPSA 06 NPN (80 V - 500 mA)			523 675 E
Q304	MPSA 56 PNP (80 V - 500 mA)			523 624 L
Q305	BC 307 B PNP			523 015 W
Q306	BC 184 C NPN			523 206 Q
Z301	circuit intégré type 741			523 093 B
Z302	(a...d) : RC 4156 DB (ampli quadruple)			524 001 B
T301	transfo oscillateur (pot ferrite)			524 337
Dm301*	disjoncteur magnétique - 0,15 A 380 V (R bobine \sim 50 Ω)			529 785 00

F) BOITIER

K1*	bouton poussoir à action fugitive			
-----	-----------------------------------	--	--	--

E) FONCTION OHMOMETRE DE TERRE

R301	36 k Ω	5 %	1/4 W	521 779 T
R302	1 k Ω	5 %	1/4 W	521 779 H
R303	1 k Ω	5 %	1/4 W	521 779 H
R304	7,5 k Ω	5 %	1/4 W	521 823 R
R305	1 k Ω	5 %	1/4 W	521 779 H
R306	1,91 k Ω	1 %	1/4 W	524 000 W
R307	5,6 k Ω	5 %	1/4 W	521 779 L
R308	270 Ω	5 %	11 W	523 111 N
R309	100 k Ω	5 %	1/4 W	521 779 C
R310	5,1 k Ω	5 %	1/4 W	521 823 Q
R311	10 k Ω	5 %	1/4 W	521 779 K
R312	1 k Ω	5 %	1/4 W	521 779 H
R313	10 k Ω	5 %	1/4 W	521 779 K
R314	10 k Ω	5 %	1/4 W	521 779 K
R315	1,2 k Ω	5 %	1/4 W	521 779 K
				521 823 G
R317	499 k Ω	1 %	1/4 W	523 433 P
R318	249 k Ω	1 %	1/8 W	524 068 A
R319	7,5 k Ω	5 %	1/4 W	521 823 R
R320	7,5 k Ω	1 %	1/8 W	524 000 K
R321	7,5 k Ω	1 %	1/8 W	524 000 K
R322	47 k Ω	5 %	1/4 W	521 823 S
R323	47 k Ω	5 %	1/4 W	521 823 S
R324	2,3 k Ω	1 %	1/8 W	523 803 B
R325	20 k Ω	1 %	1/8 W	523 802 J
R326	20 k Ω	1 %	1/8 W	523 802 J
R328	270 k Ω	5 %	1/4 W	522 635 C
R329	20 k Ω	1 %	1/8 W	523 802 J
R330	470 k Ω	5 %	1/4 W	522 635 C
R331	470 k Ω	5 %	1/4 W	522 635 F
R332	12,4 k Ω	1 %	1/8 W	522 635 F
				523 014 Q
A301	10 k Ω	20 %	monotour Cermet type VA 05 V	522 956 G
A302	4,7 k Ω	20 %	monotour Cermet type VA 05 V	522 956 J
A303	220 Ω	20 %	monotour Cermet type VA 05 V	522 956 L
D301	Zener 5,1 V	BZX	55 C	523 300 B

D) FONCTION VOLTMETRE ALTERNATIF

R201	1 M Ω	1 %	1,5 W	50 ppm type FVM
R202	15 k Ω	5 %	1/4 W	normalisée
R203	2,26 k Ω	1 %	1/8 W	50 ppm
R204	47 k Ω	5 %	1/4 W	normalisée
R205	100 k Ω	5 %	1/4 W	normalisée
D201	1 N 4148			522 703 U
D202	1 N 4148			522 703 U
C201	0,1 μ F	20 %	630 V	type PMA
C202	47 μ F	6 V	tantale	goutte

Dm301*

Dm301*	disjoncteur magnétique - 0,15 A 380 V (R bobine \sim 50 Ω)			
--------	---	--	--	--

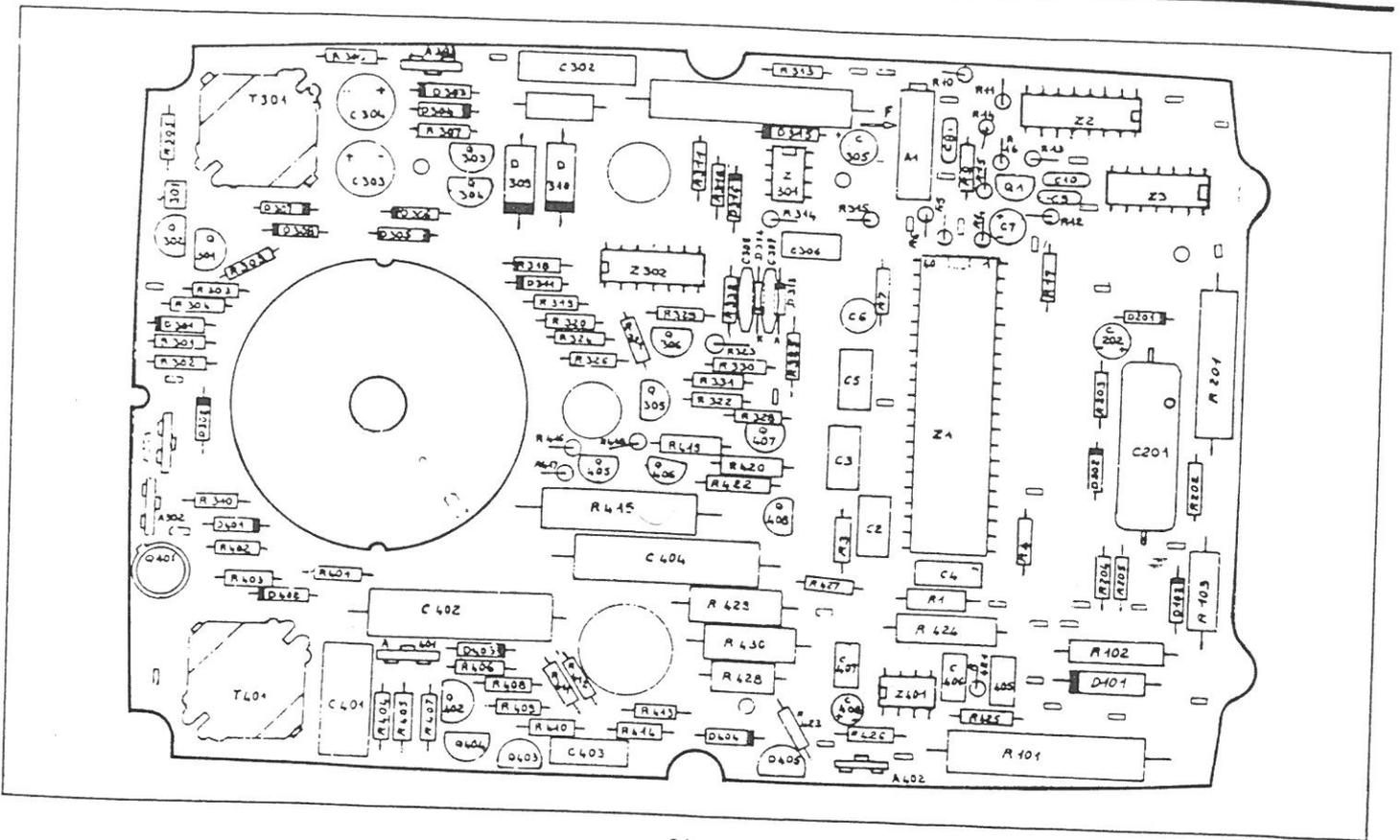
F) BOITIER

K1*	bouton poussoir à action fugitive			
-----	-----------------------------------	--	--	--

E) FONCTION OHMOMETRE DE TERRE

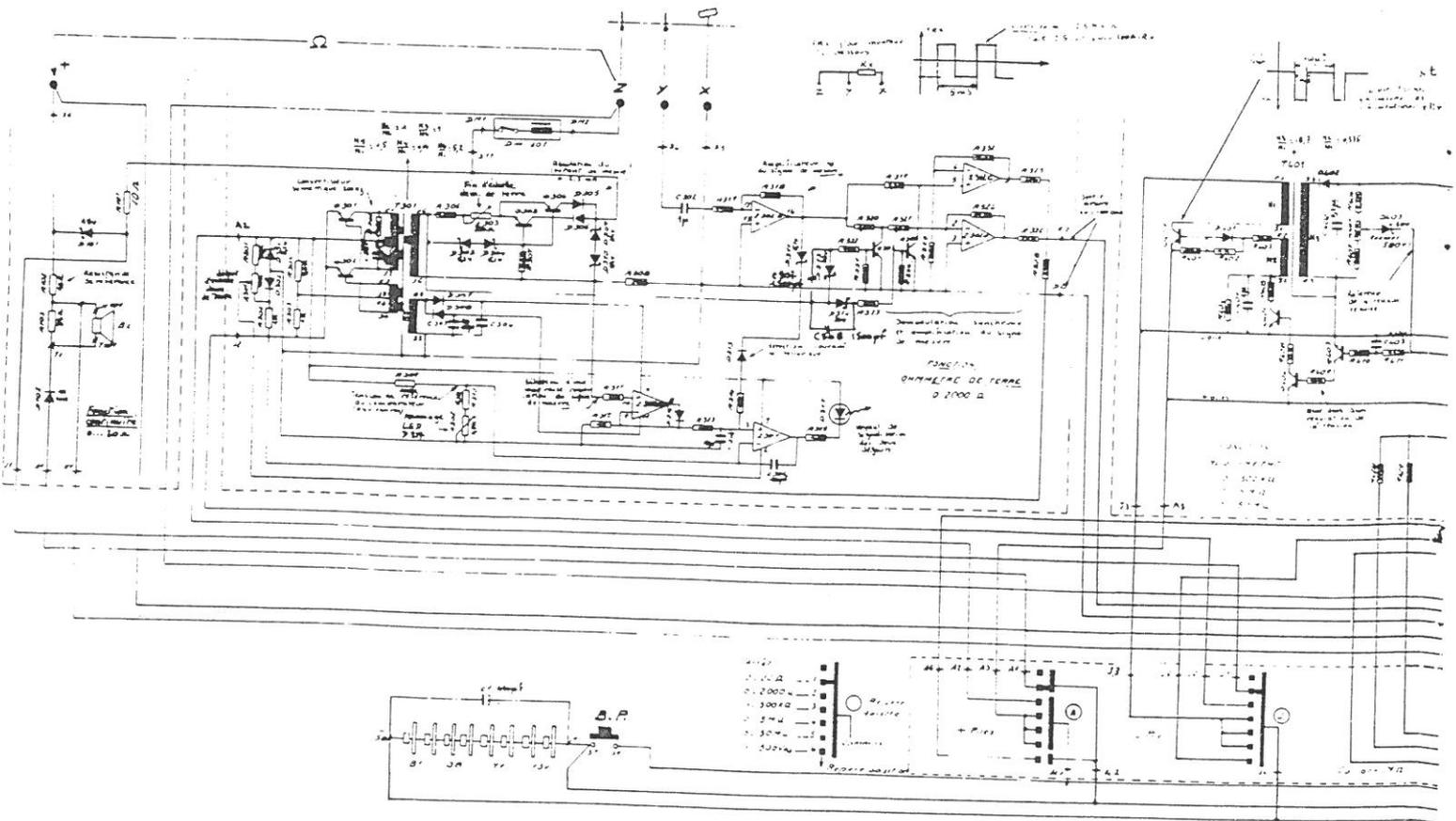
R301	36 k Ω	5 %	1/4 W	normalisée
R302	1 k Ω	5 %	1/4 W	normalisée
R303	1 k Ω	5 %	1/4 W	normalisée
R304	7,5 k Ω	5 %	1/4 W	normalisée
R305	1 k Ω	5 %	1/4 W	normalisée
R306	1,91 k Ω	1 %	1/4 W	50 ppm
R307	5,6 k Ω	5 %	1/4 W	normalisée
R308	270 Ω	5 %	11 W	bobinée type RWM 6x34
R309	100 k Ω	5 %	1/4 W	normalisée
R310	5,1 k Ω	5 %	1/4 W	normalisée
R311	10 k Ω	5 %	1/4 W	normalisée
R312	1 k Ω	5 %	1/4 W	normalisée
R313	10 k Ω	5 %	1/4 W	normalisée
R314	10 k Ω	5 %	1/4 W	normalisée
R315	1,2 k Ω	5 %	1/4 W	normalisée
R317	499 k Ω	1 %	1/4 W	50 ppm
R318	249 k Ω	1 %	1/8 W	50 ppm
R319	7,5 k Ω	5 %	1/4 W	normalisée
R320	7,5 k Ω	1 %	1/8 W	50 ppm
R321	7,5 k Ω	1 %	1/8 W	50 ppm
R322	47 k Ω	5 %	1/4 W	normalisée
R323	47 k Ω	5 %	1/4 W	normalisée
R324	2,3 k Ω	1 %	1/8 W	50 ppm
R325	20 k Ω	1 %	1/8 W	50 ppm
R326	20 k Ω	1 %	1/8 W	50 ppm
R328	270 k Ω	5 %	1/4 W	normalisée
R329	20 k Ω	1 %	1/8 W	50 ppm
R330	470 k Ω	5 %	1/4 W	normalisée
R331	470 k Ω	5 %	1/4 W	normalisée
R332	12,4 k Ω	1 %	1/8 W	50 ppm
A301	10 k Ω	20 %	monotour Cermet type VA 05 V	522 956 G
A302	4,7 k Ω	20 %	monotour Cermet type VA 05 V	522 956 J
A303	220 Ω	20 %	monotour Cermet type VA 05 V	522 956 L
D301	Zener 5,1 V	BZX	55 C	523 300 B

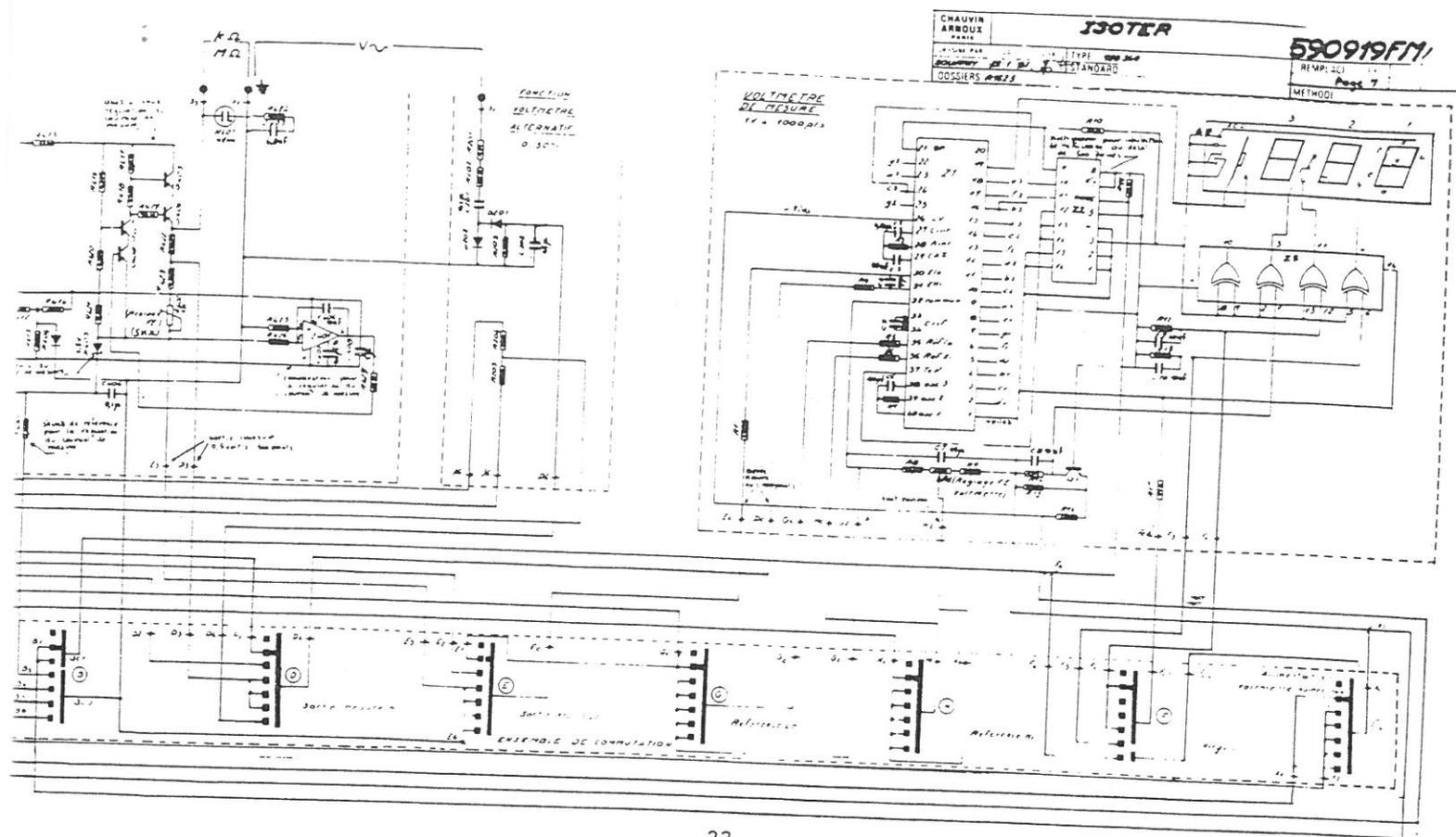
SCHEMA D'IMPLANTATION



21

SCHEMA ELECTRIQUE





23

ANNEXE : Rappels sur les normes et décrets

Les mesures de résistances de terre, d'isolement sous 500 V et de continuité sont rendues obligatoires par la norme NF C15-100 et le décret du 14 Novembre 1962.

TENSIONS DE SECURITE

La sécurité des utilisateurs ou des travailleurs dépend principalement des valeurs de "tension de contact présumée", définie dans le tableau ci-dessous (NFC 15-100 sections 413 et 481 et décret du 14 Novembre 1962, articles 33 et 35).

Tension de contact présumé (en volts)		Temps de coupure maximal (en secondes)
Masses situées dans des locaux mouillés	Masses situées dans des locaux non mouillés	
25	50	5
40	75	1
50	90	0,5
65	110	0,2
96	150	0,1
145	220	0,05
195	280	0,03
250	350	0,02
370	500	0,01

Les valeurs de résistance de terre et de résistance de liaison équipotentielle (continuité) n'offrent donc de véritable sécurité qu'associées à des dispositifs de coupure automatique fonctionnant dans le temps maximal indiqué dans le tableau ci-dessus.

PRISES DE TERRE

La résistance de mise à la terre doit être la plus faible possible (norme NF C15-100 section 542 et décret du 14 Novembre 1962 article 11). De plus, une réelle sécurité ne peut être obtenue que si la valeur minimale de "tension de contact présumée" est 25 V (voir paragraphe précédent). Si la valeur du disjoncteur différentiel associé à la prise de terre à mesurer est 500 mA, la valeur de la résistance de terre R sera, selon la formule

$$R = \frac{U}{I} : R = \frac{25 \text{ (V)}}{0,5 \text{ (A)}} \text{ soit } 50 \Omega$$

Avec un disjoncteur différentiel de 650 mA nominal, la résistance de prise de terre doit être 38 Ω . D'autre part, la résistance d'une prise de terre varie selon :

- la résistivité du terrain
- la profondeur
- le taux d'humidité
- la température

(le gel et la sécheresse augmentant la résistivité du terrain)

Le tableau ci-dessous indique quelques valeurs R (en ohms) de prise de terre suivant la nature du terrain.

Nature du terrain	Valeur moyenne de la résistivité ρ du terrain en $\Omega \text{ m}$	Conducteurs enfouis	Piquets verticaux	Piliers métalliques enterrés
		$R = \frac{2\rho}{L}$	$R = \frac{\rho}{L}$	$R = 0,37 \frac{\rho}{L} \log \frac{3L}{d}$
		Exemples pour L = 40 m	Exemples pour L = 2 m	Exemples pour L = 1 m et d = 1 m
Terrains arables gras, remblais compacts humides	50	2,5	25	8,8
Terrains arables maigres, graviers, remblais grossiers	500	25	250	88
Sols pierreux nus, sable sec, roches imperméables	3000	150	1500	530

- L : longueur • de la tranchée pour les conducteurs enfouis
 • de la partie enterrée des piquets ou des piliers métalliques
 d : diamètre du cylindre circonscrit au pilier

26

ISOLEMENTS (sous 500 V)

La norme NF C 15-100 (section 621) indique :

Les mesures d'isolement doivent être effectuées en courant continu, sous une tension de 500 V minimum.

On doit considérer la valeur de la résistance d'isolement pour toute l'installation si la longueur de l'ensemble des canalisations posées n'excède pas 100 mètres, sinon la mesure doit être effectuée par tronçons de 100 mètres environ, appareils électriques branchés et contacts verrouillés, mécaniquement si nécessaire.

La valeur de la résistance d'isolement, ainsi définie, ne doit pas être inférieure à 1000 Ω par volt de tension installée et, dans tous les cas, ne doit pas être inférieure à 250 000 Ω .

S'il n'est pas possible d'effectuer la mesure par tronçons de 100 mètres, la valeur de l'isolement global minimum de l'installation sera celle déterminée par le calcul suivant :

isolement minimum pour une longueur de 100 mètres divisé par le rapport entre la longueur totale et 100 mètres.

exemple : pour une longueur de 200 mètres, la valeur correspond à l'isolement minimum pour 100 mètres divisé par 2.

LIAISONS EQUIPOTENTIELLES (continuité)

Les règles concernant les conducteurs de protection et de liaison équipotentielle (résistance des continuités) sont énoncées dans la norme NF C 15-100 (section 543) et le décret du 14 Novembre 1962 (article 12) ; elles précisent en particulier :

- Les masses des appareils à relier à la terre doivent l'être par des dérivations branchées sur une ligne principale des terres
- Le conducteur de terre doit avoir une section de 16 mm² à 50 mm², suivant sa nature
- La barrette ou borne de terre, prévue sur le conducteur de terre, doit se trouver dans un endroit accessible permettant la mesure de la résistance de prise de terre

Exemple de schéma de mise à la terre :

