



GF GL GP

Contrôleur de Terre (haute fréquence)
MI 3290
Manuel d'utilisation
Version 1.0

Fabricant:

SEFRAM

32, rue Edouard Martel

BP55

F42009 – Saint Étienne Cedex 2

Tel : 0825 56 50 50 (0,15€/min)

Fax : 04 77 57 23 23

Site Internet : www.sefram.fr

E-mail : sales@sefram.fr



Ce symbole sur votre appareil certifie qu'il est aux normes de l'Union Européenne
(EMC, LVD, ROHS)

© 2018 SEFRAM

Les noms commerciaux Metrel, Smartec, Eurotest, Autosequence sont déposés ou en cours de déposition en Europe et dans d'autres pays

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ou utilisée sous n'importe quelle forme ou sous aucun prétexte sans permission écrite de la part de SEFRAM

Table des matières

1	Description générale	8
1.1	Caractéristiques.....	8
2	Précautions d'utilisation et de sécurité	10
2.1	Avertissements et notes.....	10
2.2	Batterie et charge des batteries Li-on	12
2.2.1	Précharge	13
2.2.1	Lignes directrices concernant les batteries Li – ion	15
2.3	Normes appliquées	16
3	Termes et définitions	17
4	Description de l'appareil	19
4.1	Boîtier de l'appareil	19
4.2	Panneau d'utilisation.....	19
5	Accessoires	21
5.1	Contenu du pack.....	21
5.2	Accessoires optionnels	22
6	Utilisation de l'appareil	23
6.1	Signification générale des touches	23
6.2	Signification générale des gestes tactiles	24
6.3	Clavier Virtuel	25
6.4	Affichage et son	26
6.4.1	Indication de batterie et d'heure.....	26
6.4.2	Messages	26
6.4.3	Indication sonore.....	28
6.4.4	Ecrans d'aide.....	29
7	Menu principal	30
7.1	Menu principal de l'appareil	30
8	Paramètres	31
8.1	Langue.....	33
8.2	Economie d'énergie	33
8.3	Date et heure	34
8.4	Profils de l'appareil	34
8.5	Réglages.....	35
8.6	Réglages initiaux	36
8.7	A propos	36
8.8	Groupes d'Auto Sequence®	37
8.8.1	Menu de groupes d'Auto Sequence®	37
8.8.2	Opérations dans le menu de groupes d'Auto Sequence®:.....	37
8.8.3	Sélectionner une liste d'Auto Sequences®	38
8.8.4	Supprimer une liste d'Auto Sequences®.....	38
8.9	Gestionnaire de l'espace de travail.....	39

Les espaces de travail sont stockés dans la mémoire interne sur le répertoire WORKSPACES, tandis que les exportations sont stockées dans le répertoire EXPORTS. Les fichiers d'exportation peuvent être lus par les applications Metrel qui s'exécutent sur d'autres appareils. Les exportations sont appropriées pour faire des copies de sauvegarde d'œuvres importantes. Pour

travailler sur l'instrument, une exportation doit d'abord être importée de la liste des exportations et convertie en espace de travail. Pour être stocké en tant que données d'exportation, un espace de travail doit d'abord être exporté à partir de la liste des espaces de travail et converti en un espace d'exportation.	39
8.9.2 Menu principal du gestionnaire de l'espace de travail.....	39
8.9.3 Operations dans des espaces de travail.....	41
8.9.4 Operations avec des Exportations	41
8.9.5 Ajouter un nouvel espace de travail.....	42
8.9.6 Ouvrir un espace de travail.....	43
8.9.7 Supprimer un espace de travail / Exportation.....	43
8.9.8 Importer un espace de travail.....	44
8.9.9 Exporter un espace de travail.....	44
9 Organiseur de mémoire	46
9.1 Menu de l'organiseur de mémoire	46
9.1.1 Statuts de mesure	46
9.1.2 Objets de structure.....	47
9.1.3 Indication du statut de mesure dans l'objet de structure.....	47
9.1.4 Opérations dans le menu de l'arborescence.....	48
10 Tests simples	61
10.1 Modes de sélection.....	61
10.1.1 Ecrans de test simple.....	62
10.1.2 Définir les paramètres et limites des tests simples.....	63
10.1.3 Ecran de résultats de test simple	64
10.1.4 Vue graphique	65
10.1.5 Ecran de résultats de rappel de test simple	66
10.1.6 Ecrans de test simple (Test Visuel).....	67
10.1.7 Ecran de début de test simple (Test Visuel)	67
10.1.8 Ecran de test simple pendant le test (Test Visuel).....	68
10.1.9 Ecran de résultats de test simple (test visuel).....	69
10.1.10 Ecran de mémoire de test simple (Test visuel)	70
11 Tests et mesures.....	71
11.1 Tests visuels.....	71
11.2 Mesures de Terre [Ze et Re].....	73
11.2.1 Mesure 2 pôles	74
11.2.2 Mesures à 3 Pôles	76
11.2.3 Mesure à 4 – pôles	79
11.2.4 2 Mesure avec pinces.....	84
11.2.5 Mesure de résistance de terre HF (25 kHz)	86
11.2.6 Mesure sélective (Pincas Flex 1 - 4)	88
<input type="checkbox"/> S'assurer que le nombre de tours est correctement saisi dans la fenêtre des paramètres de test.....	90
<input type="checkbox"/> Mesure Passive (Pincas Flex)	91
11.3 Ω Mesures de résistance de terre spécifiques [ρ].....	94
11.3.1 Généralités sur des terres spécifiques	94
11.3.2 Mesure avec la méthode Wenner	95
11.3.3 Mesure avec la méthode Schlumberger :	97
11.4 Impédance impulsionnelle [Z_p]	99

11.4.1	Mesure d'impulsion	99
11.5	Résistance en DC [R]	102
11.5.1	Ω - Mètre (200 mA)	102
11.5.2	Mesure en Ω mètre - (7 mA)	104
11.6	Impédance en courant alternatif [Z]	106
11.6.1	Mesure de l'impédance.....	106
11.7	Potentiel de terre [Us]	108
11.7.1	Mesure de potentiel	109
11.7.2	Théorie des tensions de pas et de contact.....	112
11.8	Test du fil de mise à la terre d'un pylône (PGWT)	114
11.8.1	Mesure PGWT.....	114
11.9	Courant [I].....	116
11.9.1	Mesure de courant RMS avec pince classique.....	117
11.9.2	Mesure du courant RMS avec pince flex.....	118
11.10	Mode de vérification.....	119
11.10.1	Menu de vérification – vérification en tension	120
11.10.2	Menu de vérification en courant.....	121
11.10.3	Menu de vérification des pinces classiques ou des pinces flex	122
12	Auto Sequences®	123
12.1	Sélection d'Auto Sequence®	123
12.2	Organisation d'Auto Sequence®.....	124
12.2.1	Menu de visualisation d' Auto Sequence®	124
12.2.2	Exécution pas à pas d'une Auto Sequence®	126
12.2.6	Ecran de mémoire de l'Auto Sequence.....	129
13	Communication	130
14	Maintenance	131
14.1	Nettoyage	131
14.2	Calibration Périodique.....	131
14.3	S.A.V.....	131
14.4	Mettre à jour l'appareil	131
15	Spécifications techniques	132
15.1	Terre [Ze]	132
15.1.1	2, 3, 4 - pôles.....	132
15.1.2	Sélective (Pince Classique)	133
15.1.3	2 Pinces.....	134
15.1.4	Passive (Pinces Flex 1-4)	134
15.1.5	Résistance de terre HF (25 kHz)	135
15.1.6	Sélective (Pinces Flex 1 - 4)	136
15.2	Mesures spécifiques de résistance de terre [ρ].....	137
15.2.1	Méthodes Wenner et Schlumberger	137
15.3	Potentiel de terre [Us]	138
15.3.1	Potentiel	138
15.3.2	Source de courant S&T	138
15.4	Impédance d'impulsion [Zp].....	139
15.4.1	Mesure d'impulsion	139
15.5	Résistance DC [R]	140
15.5.1	Mesure Ω - (200mA).....	140
15.5.2	Mesure Ω - (7mA).....	141

15.6	Impédance AC [Z].....	142
15.6.1	Mesure de l'Impédance	142
15.7	Courant [I].....	142
15.7.1	Mesure de courant RMS avec pinces classiques	142
15.7.2	Mesure de courant RMS avec pinces flex.....	144
15.8	Influence des électrodes auxiliaires	145
15.9	Influence d'un faible courant de test à travers les pinces.....	146
15.10	Influence du bruit	148
15.10.1	Technique de filtrage numérique	149
15.11	Sous-résultats dans les fonctions de mesure	149
15.12	Données générales.....	150
	Annexe A – Objets de structure.....	151
	Annexe C – Fonctionnalité et placement des sondes de test	153
	Annexe D– Impulsion et exemple de mesure 3-pôles.....	158
	Annexe E- Programmation d'une Auto Sequence® sur le Metrel ES Manager	160

1 Description générale

1.1 Caractéristiques

Le **contrôleur de terre MI 3290** est un appareil de test multi-fonction, pouvant être alimenté par une batterie portable (Li-ion) ou par une prise secteur, possédant une protection IP excellente : **IP65** (boîtier fermé), **IP54** (boîtier ouvert). Cet appareil a été conçu pour la mesure de : la résistance de terre, l'impédance de terre, l'impédance sélective de terre, la résistance spécifique de terre, le potentiel de terre, la résistance en courant continu, l'impédance en courant alternatif et l'impédance impulsionnelle.

Il a été conçu grâce à une connaissance approfondie et l'expérience acquise au cours de nombreuses années de travail dans ce domaine

Fonctions et caractéristiques disponibles proposées par **le contrôleur de terre** :

- Résistance ou Impédance de terre 2,3 ou 4 pôles ;
- Impédance sélective de terre (Pincés classiques et jusqu'à 4 pincés Flex) ;
- Mesure à 2 pincés ;
- Résistance de terre HF (25 kHz) ;
- Méthode passive (Pincés Flex 1 - 4) ;
- Résistance spécifique de terre ρ (Wenner, méthode Schlumberger) ;
- Mesure de Résistance Ω (7 mA et 200 mA) ;
- Mesureur de l'impédance en courant alternative (AC) (55 Hz – 15 kHz) ;
- Impédance impulsionnelle (10/350 μ s) ;
- Potentiel de terre et source de courant pour mesure de tension de pas et de contact (200 mA) ;
- Mesure de terre sur pylônes ;
- Mesure de courant vrai (Pincés classiques et Flex) ;
- Auto Sequence® ;
- Test visuel ;
- Organisateur de mémoire.

Un écran LCD couleur de 4,3" (10,9 cm) avec écran tactile offre des résultats faciles à lire et tous les paramètres associés. L'utilisation est simple et claire pour permettre à l'utilisateur d'utiliser l'appareil sans avoir besoin d'une formation spécifique (à l'exception de la lecture et de la compréhension de ce manuel d'instructions).

Les résultats des tests peuvent être stockés sur l'appareil. Le logiciel PC fourni permet de transférer les résultats de mesure vers un PC où ils peuvent être analysés ou imprimés.

Contrôleur de terre MI 3290	Selon les normes
2 – pôles 3 – pôles 4 – pôles	EN 61557 – 5 [<i>Résistance à la terre</i>] IEEE Std 81 – 2012 [<i>Méthode 2 points, méthode 3 points, Méthode de chute de tension</i>]
2 Pincés	IEEE Std 81 – 2012 [<i>Mesure de résistance par la méthode sans piquet de serrage.</i>]
Sélective (Pincés flex 1 – 4) Sélective (Pince classique)	IEEE Std 81 – 2012 [<i>Mesures de résistance par la méthode FOP/clamp-on</i>] CIGRE Working Group C4.2.02 [<i>Procédés de mesure de la résistance à la terre de pylônes de transmission équipés de fils de terre</i>]
Résistance de terre HF (25 kHz)	IEEE Std 81 – 1983 [<i>Mesureur de résistance à la terre haute fréquence</i>] CIGRE Working Group C4.2.02 [<i>Procédés de mesure de la résistance à la terre de pylônes de transmission équipés de fils de terre</i>]
Méthode Wenner Méthode Schlumberger	IEEE Std 81 – 2012 [<i>Méthode 4-points (Equitablement espacés ou arrangement Wenner) ; (Non équitablement espacés ou arrangement Schlumberger-Palmer)</i>]

Mesure résistance - Ω (200mA)	EN 61557 – 4 [Résistance de la mise à la terre et de l'équipotentialité]
--------------------------------------	--

2 Précautions d'utilisation et de sécurité

2.1 Avertissements et notes

Afin de maintenir le plus haut niveau de sécurité de l'opérateur tout en effectuant divers tests et mesures, Sefram recommande de garder votre appareil d'analyse de terre en bon état. Lors de l'utilisation de l'appareil, tenez compte des avertissements suivants :

- ❑ Le symbole  sur l'appareil signifie "lire le manuel d'utilisation attentivement pour une utilisation en toute sécurité". Ce symbole requiert une action !
- ❑ Si l'appareil de test est utilisé d'une manière non spécifiée dans ce manuel d'utilisation, la protection fournie par l'équipement pourrait être altérée!
- Lisez attentivement ce mode d'emploi, sinon l'utilisation de l'appareil peut être dangereuse pour l'utilisateur, l'appareil ou l'objet testé!
- Une tension mortelle peut exister entre l'électrode de masse testée et une masse distante!
- Ne pas utiliser l'appareil ou les accessoires si des dommages sont constatés !

Tenez compte de toutes les précautions généralement connues afin d'éviter tout risque de choc électrique lors de la manipulation de tensions dangereuses !

Ne pas connecter l'appareil à une tension secteur différente de celle définie sur l'étiquette adjacente au connecteur secteur, sinon l'appareil risque d'être endommagé et de compromettre la sécurité.

- ❑ Une intervention de dépannage ou d'ajustement doit être effectuée par du personnel compétent autorisé !
- ❑ Toutes les précautions de sécurité normales doivent être prises afin d'éviter tout risque de choc électrique lors des travaux sur les installations électriques !
- ❑ Ne pas utiliser l'appareil dans un environnement humide, à proximité de gaz explosifs ou de vapeurs.
- Seules des personnes formées et compétentes sont autorisées à utiliser l'appareil.
- Ne pas connecter une source de tension aux bornes d'entrée CLAMP. Elles sont seulement prévues pour la connexion des pinces de courant. La tension maximale d'entrée est de 3 V!

Symboles sur l'appareil :



Lisez attentivement la partie à propos des mesures de sécurité de ce manuel. Ce symbole requiert une action.



Ces symboles sur votre appareil certifient qu'il est aux normes de l'Union Européenne (EMC, LVD, et ROHS).



■ Cet appareil doit être recyclé comme déchet électronique.

 **Avertissements liés aux fonctions de mesure :****Utilisation de l'appareil**

- ❑ Utiliser exclusivement les accessoires de test standard ou optionnels fournis par votre distributeur !
- ❑ Toujours connecter les accessoires à l'appareil de test et à l'objet de test avant de commencer la mesure. Ne touchez pas les cordons de test ou les pinces crocodile pendant la mesure.
- ❑ Ne touchez aucune pièce conductrice de l'équipement testé pendant le test, risque d'électrocution !
- ❑ S'assurer que l'objet testé est déconnecté (tension secteur déconnecté) hors tension, avant de connecter les cordons de test et de commencer la mesure !
- ❑ Ne pas raccorder les bornes de test (H, S, ES, E) à une tension externe supérieure à 300 V DC ou AC (environnement CAT IV) pour éviter d'endommager l'équipement de test !
- ❑ N'utilisez pas une mesure de courant pour indiquer qu'un circuit peut être touché en toute sécurité. Une mesure de tension est nécessaire pour savoir si un circuit est dangereux.

 **Avertissements liés aux batteries :**

- ❑ **N'utilisez que des piles fournies par le fabricant.**
- ❑ **Ne jetez jamais les piles dans un feu, car cela pourrait les faire exploser ou générer un gaz toxique.**
- ❑ **N'essayez pas de démonter, d'écraser ou de perforer les batteries de quelque façon que ce soit.**
- ❑ **Ne pas court-circuiter ou inverser la polarité des contacts externes d'une batterie.**
- ❑ **Tenir la batterie hors de portée des enfants.**
- ❑ **Évitez d'exposer la batterie à des chocs, des impacts ou des vibrations excessifs.**
- ❑ **Ne pas utiliser une batterie endommagée.**
- ❑ **La batterie Li - ion contient un circuit de sécurité et de protection qui, s'il est endommagé, peut générer de la chaleur, se rompre ou s'enflammer.**
- ❑ **Ne laissez pas une batterie en charge prolongée lorsqu'elle n'est pas utilisée.**
- ❑ **Si une batterie présente des fuites de liquide, ne touchez à aucun liquide.**
- ❑ **En cas de contact oculaire avec le liquide, ne pas se frotter les yeux. Rincer immédiatement et abondamment les yeux avec de l'eau pendant au moins 15 minutes, en soulevant les paupières supérieure et inférieure, jusqu'à ce qu'il ne reste aucune trace du liquide. Consulter un médecin.**

2.2 Batterie et charge des batteries Li-ion

L'appareil est conçu pour être alimenté par une batterie Li-ion rechargeable ou par secteur. L'écran LCD contient une indication sur l'état de la batterie et sur la source d'alimentation (section supérieure gauche de l'écran LCD). Si la batterie est trop faible, l'appareil l'indique comme indiqué sur l'image 2.1.



Image 2.1: Test de batterie

La batterie est chargée chaque fois que l'alimentation électrique est connectée à l'instrument. La figure 2.2 montre la prise d'alimentation. Le circuit interne contrôle la charge (CC, CV) et assure une durée de vie maximale de la batterie. Le temps de fonctionnement nominal est indiqué pour une batterie d'une capacité nominale de 4,4 Ah.



Image 2.2: Prise d'alimentation (C7)

L'appareil reconnaît automatiquement l'alimentation connectée et débute la charge.

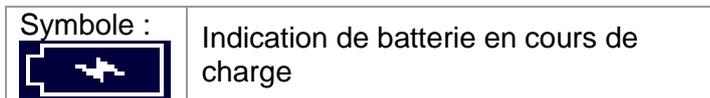


Image 2.3: Indication de chargement (animation)

Batterie et caractéristiques de chargement	Typique
Type de batterie	VB 18650
Mode de charge	CC / CV
Tension nominale	14,8 V
Capacité estimée	4,4 Ah
Tension max de charge	16,0 V
Courant de charge Max	1,9 A
Courant de décharge max	2,5 A
Temps de charge	3 hours

Image 2.3: Profil typique de charge, également utilisé pour cet appareil.

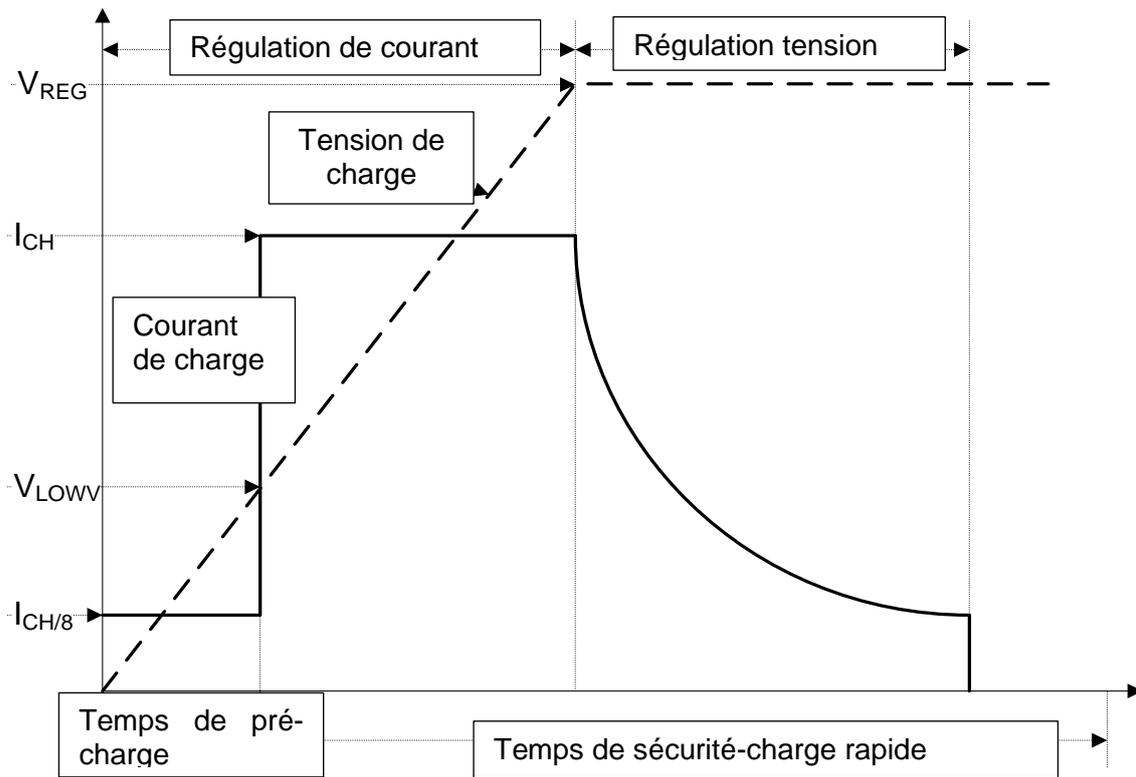


Image 2.3: Profil de charge typique

Où :

- V_{REG} Tension de charge de la batterie
- V_{LOWV} Seuil de tension de pré charge
- I_{CH} Courant de charge de la batterie
- $I_{CH/8}$ 1/8 du courant de charge

2.2.1 Précharge

A la mise sous tension, si la tension de la batterie est inférieure au seuil V_{LOWV} , le chargeur applique 1/8 du courant de charge à la batterie. La fonction de pré charge est destinée à réactiver la batterie profondément déchargée. Si le seuil V_{LOWV} n'est pas atteint dans les 30 minutes qui suivent l'amorçage de la pré charge, le chargeur s'éteint et un défaut est indiqué.



Image 2.4: Indication d'un défaut de la batterie (charge suspendue, défaut de la minuterie, batterie absente)



Image 2.5: Indication batterie chargée (charge terminée)

Note:

- En cas de besoin, le chargeur fournit également une minuterie interne de charge de 5 heures pour une charge rapide. Le temps "normal" de charge est de 3 heures dans une gamme de température de 5°C à 60°C.

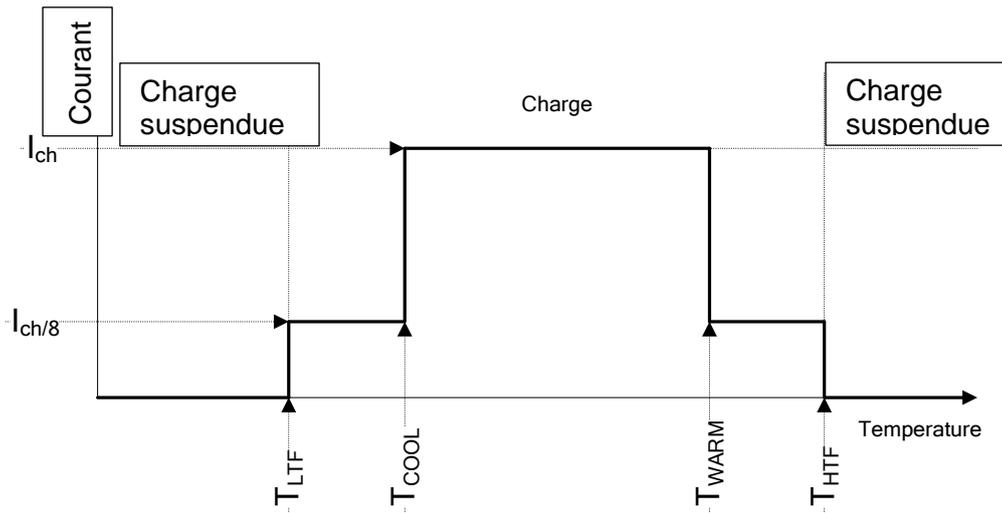


Image 2.6 : Courant de charge typique vs profil de température

Où :

- T_{LTF} Seuil de températures froides (typ. $-15^{\circ}C$)
- T_{COOL} Seuil de bonne température (typ. $0^{\circ}C$)
- T_{WARM} Seuil de températures chaudes (typ. $+60^{\circ}C$)
- T_{HTF} Seuil de surchauffe (typ. $+75^{\circ}C$)

Le chargeur surveille en continu la température de la batterie. Pour débuter un cycle de charge, la température de la batterie doit être parmi les seuils T_{LTF} et T_{HTF} . Si la température de la batterie est en dehors de cette gamme, le contrôleur suspend la charge et attend que la batterie soit dans la gamme de température T_{LTF} à T_{HTF} .

Si la température de la batterie est parmi les seuils de température T_{LTF} et T_{COOL} ou parmi les seuils T_{WARM} et T_{HTW} , la charge est automatiquement réduite à $I_{CH/8}$ (1/8 du courant de charge).

2.2.1 Lignes directrices concernant les batteries Li – ion

Le pack de batterie rechargeable Li-ion nécessite un entretien de routine pour leur manipulation et utilisation. Lisez et suivez les directives de ce manuel d'instructions pour utiliser la batterie Li - ion en toute sécurité et atteindre les cycles d'autonomie maximum de la batterie.

Ne pas laisser les batteries inutilisées pendant de longues périodes (plus de 6 mois), cela pourrait causer une auto décharge. Lorsqu'une batterie n'a pas été utilisée pendant 6 mois, vérifier le statut de charge dans le chapitre 6.4.1 **Indication de temps et de batterie.**

Les batteries rechargeables Li-on ont une durée de vie limitée et perdront progressivement leur capacité à tenir la charge. Alors que la batterie perd de la capacité, sa durée d'alimentation du produit diminue.

Stockage :

- ❑ Chargez ou déchargez la batterie des instruments à environ 50% de leur capacité avant de les stocker.
- ❑ Charger la batterie de l'instrument à environ 50% de sa capacité au moins une fois tous les 6 mois.

Transport :

- ❑ Vérifiez toujours toutes les réglementations locales, nationales et internationales applicables avant de transporter une batterie Li - ion.



Avertissements concernant la manipulation :

- ❑ **Ne pas désassembler, écraser, ou percer une batterie.**
- ❑ **Ne pas court circuiter ou inverser la polarité d'une batterie.**
- ❑ **Ne pas se débarrasser d'une batterie en la jetant dans un feu ou dans l'eau.**
- ❑ **Mettre la batterie hors de la portée des enfants.**
- ❑ **Eviter d'exposer la batterie à des chocs/impacts excessifs ou à des vibrations.**
- ❑ **Ne pas utiliser une batterie endommagée.**
- ❑ **La batterie Li – ion contient des circuits de sécurité et de protection, s'ils sont endommagés, la batterie peut produire de la chaleur, se rompre ou s'enflammer.**
- ❑ **Ne pas laisser la batterie en charge prolongée lorsque l'appareil n'est pas en cours d'utilisation.**
- ❑ **Si une batterie a des fuites de liquides, ne touchez aucun liquide.**
- ❑ **En cas de contact des fluides avec les yeux, ne pas se frotter les yeux. Se nettoyer les yeux minutieusement avec de l'eau pendant au moins 15 minutes, en soulevant les paupières inférieure et supérieures, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus aucune trace de fluide. Consulter immédiatement un médecin.**

2.3 Normes appliquées

Le contrôleur de terre est fabriqué et testé en accord avec les normes suivantes:

Compatibilité Electromagnétique (CEM)

EN 61326 Equipement électronique pour le mesurage, le contrôle et l'utilisation en laboratoire. Normes EMC Classe A

Sécurité (LVD)

EN 61010 - 1 Normes de sécurité pour les équipements électroniques de mesurage, contrôle et utilisation en laboratoire – Partie 1 : Exigences générales

EN 61010 - 2 - 030 Normes de sécurité pour les équipements électroniques de mesurage, contrôle et utilisation en laboratoire – Partie 2-030 : Normes particulières pour les circuits de test et de mesure

EN 61010 - 2 - 032 Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire - Partie 2-032 : Prescriptions particulières pour capteurs de courant portatifs et manuels pour essais et mesures électriques.

EN 61010 - 031 Prescriptions de sécurité applicables aux ensembles de sondes portatives pour la mesure et les tests électriques.

Plus de recommandations

EN 61557 - 5 Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension jusqu'à 1000 V a.c et 1500 V d.c. - Appareils de contrôle, de mesure ou de surveillance des mesures de protection. Partie 5: Résistance à la terre.

IEEE 80 – 2000 Guide IEEE pour la sécurité dans la mise à la terre des sous-stations a.c

IEEE 81 – 2012 Guide IEEE pour la mesure de résistivité de la terre, impédance de terre, et les potentiels de surface terrestre d'un système de mise à la terre.

IEEE 142 Guide IEEE pour la mise à la terre des réseaux électriques industriels et commerciaux (États-Unis).

IEEE 367 – 2012 Guide IEEE: Pratique recommandée pour la détermination de l'augmentation du potentiel de mise à la terre de la centrale électrique et de la tension induite par un défaut d'alimentation.

CIGRE Working Group C4.2.02 Méthodes de mesure de la résistance à la terre des pylônes de transmission équipés de fils de terre.

Blocs de batteries Lion

IEC 62133 Cellules et batteries secondaires contenant des électrolytes alcalins ou d'autres électrolytes non acides - Prescriptions de sécurité pour les piles secondaires scellées portables et pour les batteries fabriquées à partir de ces piles, destinées à être utilisées dans des applications portables.

Notes sur les normes EN et IEC:

Le texte de ce manuel contient des références aux normes européennes. Toutes les normes de la série EN 6XXXX (par ex. EN 61010) sont équivalentes aux normes CEI portant le même numéro (par ex. IEC 61010) et ne diffèrent que dans les parties modifiées requises par la procédure d'harmonisation européenne.

3 Termes et définitions

Aux fins du présent document et de l'appareil MI3290, les définitions suivantes s'appliquent.

Index:	Unité:	Description:
Re	[Ω]	Résistance de terre du système complet
Ze	[Ω]	Impédance de terre du système complet.
Rp	[Ω]	Impédance de la sonde de potentiel auxiliaire.
Rc	[Ω]	Impédance de la sonde de courant auxiliaire.
Ie	[A]	Courant du système ou du générateur.
F	[Hz]	Fréquence de test.
Ic	[A]	Courant de la pince classique
Zsel	[Ω]	Impédance de terre de la branche mesurée.
Ztot	[Ω]	Impédance de terre totale des branches mesurées.
If1	[A]	Courant de la pince flex 1 [F1 – borne].
If2	[A]	Courant de la pince flex 2 [F2 – borne].
If3	[A]	Courant de la pince flex 3 [F3 – borne].
If4	[A]	Courant de la pince flex 4 [F4 – borne].
Zsel1	[Ω]	Impédance de terre de la branche mesurée [F1 – borne].
Zsel2	[Ω]	Impédance de terre de la branche mesurée [F2 – borne].
Zsel3	[Ω]	Impédance de terre de la branche mesurée [F3 – borne].
Zsel4	[Ω]	Impédance de terre de la branche mesurée [F4 – borne].
ρ	[Ω m/ft]	Résistance de terre spécifique [resistivité].
R	[Ω]	Résistance [Courant DC].
I_{dc}	[A]	Courant DC.
Z	[Ω]	Impédance [Courant AC].
I_{ac}	[A]	Courant AC.
R	[m/ft]	Distance entre E et le piquet de terre auxiliaire H.
r	[m/ft]	Distance entre les sonde E et S.
ϕ	[°]	Direction de la mesure du potentiel ou de l'angle [0° - 360°].
I_{gen}	[A]	Courant du générateur.
I_{f_sum}	[A]	Courant de la pince flex [Si sum = If1 + If2 + If3 + If4].
U_h	[V]	Tension U _h [H – borne].
U_s	[V]	Tension U _s [S – borne].
U_{es}	[V]	Tension U _{es} [ES – borne].
I_{g_w}	[A]	Courant du fil de terre aérien [I _{g_w} = I _{gen} - I _{f_sum}].
R	[Ω]	Nombre complexe [nombre réel].
X	[Ω]	Nombre complexe [nombre imaginaire].
ϕ	[°]	Angle de phase entre u et i.
Z_p	[Ω]	Impédance de l'impulsion [est définie par une division du pic de tension par le pic de courant].
U_p	[V]	Pic de tension.
I_p	[A]	Pic de courant.
d	[m/ft]	Somme des étapes ou distance totale [d = Taille de l'étape × (Nombre de mesures - 1)].
Step Size	[m/ft]	Distance entre les points de mesure voisins [valeur fixe].

Désignation des bornes:

- E** - borne pour l' électrode de terre;
- ES** - borne pour la sonde la plus proche de l'électrode de terre;
- S** - borne pour une sonde;
- H** - borne pour l'électrode de terre auxiliaire.

Notes (selon la norme IEEE Std 81 - 2012):

- Résistance de terre** - Impédance, excluant la réactance, entre une électrode de terre, une grille ou un système et la terre éloignée.

- **Impédance de terre** - Somme vectorielle de la résistance et de la réactance entre une électrode de terre, une grille ou un système et la terre éloignée.

4 Description de l'appareil

4.1 Boîtier de l'appareil

L'instrument est logé dans un boîtier plastique qui maintient la classe de protection définie dans les spécifications générales.

4.2 Panneau d'utilisation

Le panneau d'utilisation est montré sur l'image 4.1 ci-dessous.

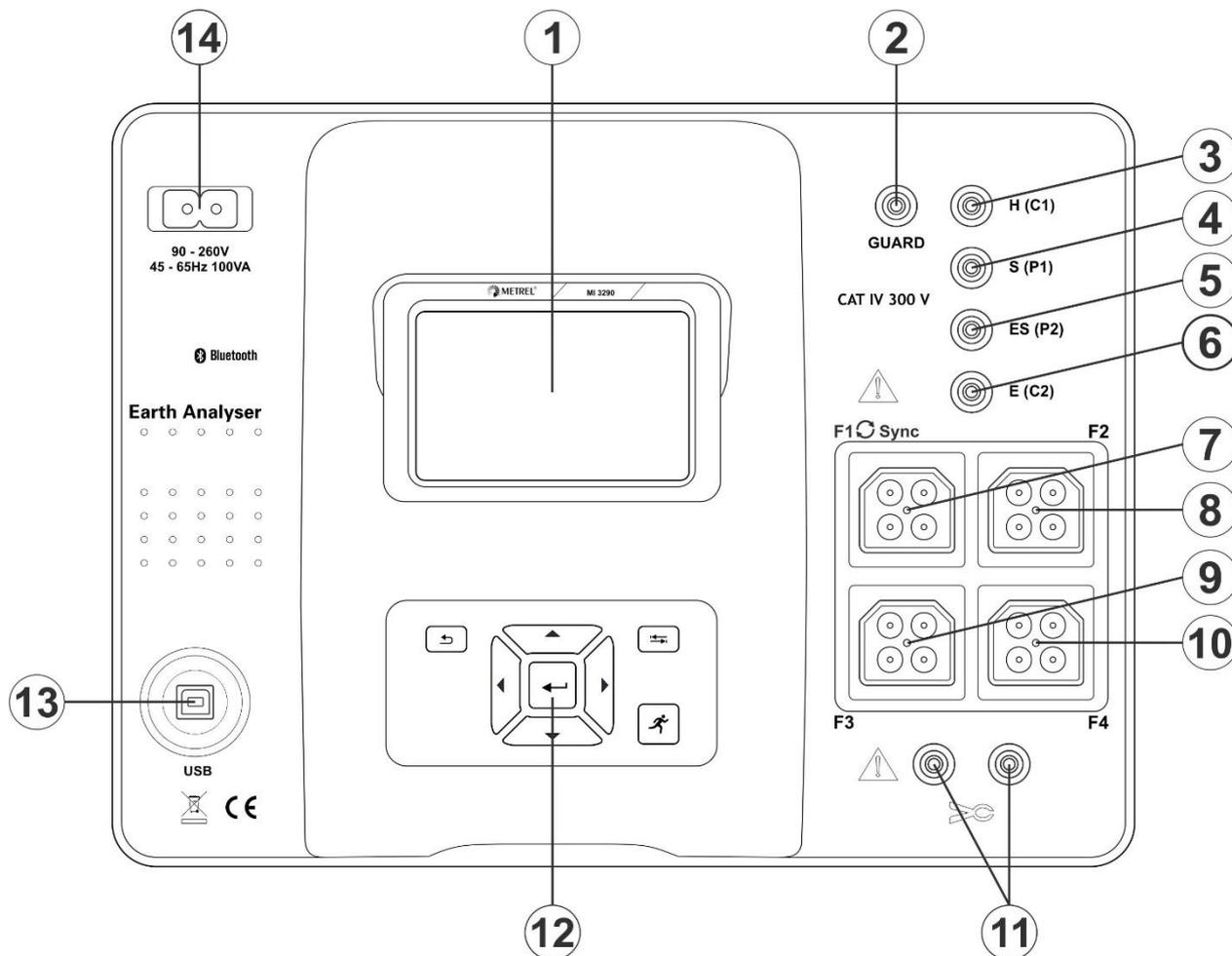


Image 4.1: Panneau d'utilisation

1	Affichage couleur TFT avec écran tactile
2	GUARD Borne d'entrée de protection
3	H (C1) Borne de sortie pour l'électrode de terre auxiliaire
4	S (P1) Borne de sortie pour une sonde
5	ES (P2) Borne de sortie de la sonde placée le plus près de l'électrode de terre.
6	E (C2) Borne de sortie pour l'électrode de terre / terre à mesurer
7	F1 (Sync) Borne d'entrée pince flex 1 (Port de synchronisation)
8	F2 Borne d'entrée pince flex 2
9	F3 Borne d'entrée pince flex 3

10	F4	Borne d'entrée pince flex 4
11	CLAMP	Borne d'entrée pince classique
12		Clavier (voir la section 6.1 Signification générale de touches)
13	USB	Port de communication USB (Connecteur standard USB – type B)
14		Prise d'alimentation secteur (type C7)

Attention!

- ❑ **Ne pas connecter les bornes de test (H, S, ES, E) à une tension externe supérieure à 300 V DC ou AC (environnement CAT IV) pour éviter tout dommage à l'équipement de test.!**
- ❑ **Ne connectez aucune source de tension sur les bornes d'entrée CLAMP. Il est uniquement destiné à la connexion de pinces de courant. La tension d'entrée maximale est de 3 V!**
- ❑ **Utiliser seulement les accessoires de test d'origine!**

5 Accessoires

Les accessoires se composent d'accessoires standard et optionnels. Des accessoires optionnels peuvent être livrés sur demande. Voir la liste ci-jointe pour la configuration standard et les options ou contacter SEFRAM: <http://www.sefram.com>

Le contrôleur de terre MI 3290 est disponible en plusieurs ensembles avec une combinaison de différents accessoires et fonctions de mesure. Les fonctionnalités d'un ensemble existant peuvent être étendues en commandant des accessoires et des clés de licence supplémentaires.

Fonctions de mesure disponibles	Code de profil	ARAB	ARAA	ARAC	ARAD
	Nom	MI 3290 GF	MI 3290 GL	MI 3290 GP	MI 3290 GX
	Icône				  
2, 3, 4 - pôles		•	•	•	•
Sélective (Pince classique)			•		•
2 Pinces			•		•
Résistance de terre HF (25 kHz)			•		•
Sélective et Passive (Pinces flex 1 - 4)				•	•
Méthode Wenner et Schlumberger		•	•	•	•
Mesure impulsionnelle			•		•
Mesure de résistance - Ω (200 mA and 7 mA)		•			•
Mesureur d'impédance		•			•
Source de courant- Mesure tension de pas et contact		•			•
Test du fil de mise à la terre du pylône				•	•
Mesure de valeur efficace du courant de la pince classique			•		•
Mesure de valeur efficace du courant de la pince flex				•	•
Test Visuel		•	•	•	•

5.1 Contenu du pack

- Contrôleur de terre MI 3290
- Piquet de test de terre professionnelle, 50 cm, 2 pcs
- Piquet de test de terre professionnelle, 90 cm, 2 pcs
- Cordon de Test 2 m, 1 pcs (noir)
- Cordon de Test 5 m, 2 pcs (rouge, bleu)
- Cordon de Test 50 m, 3 pcs réel (vert,noir,bleu)
- Cordon de test protégé 75 m reel
- Pince type G, 1 pcs
- Pinces crocodiles, 4 pcs (noir,rouge,vert,bleu)
- Sondes de Test, 4 pcs (noir,rouge,vert,bleu)
- Set de cordons de test (S 2009), 2m, 4 pcs (noir, rouge,vert, bleu)
- Câble d'alimentation
- Câble USB
- Sacoche pour les accessoires
- Logiciel PC SW Metrel ES Manager
- Manuel d'utilisation
- Certificat de calibration

5.2 Accessoires optionnels

Voir la feuille ci-jointe pour une liste d'accessoires optionnels et de clés de licence disponibles sur demande auprès de votre distributeur.

6 Utilisation de l'appareil

Le contrôleur de terre peut être manipulé par un clavier ou grâce à l'écran tactile.

6.1 Signification générale des touches



Les touches fléchées sont utilisées pour:

- Sélectionner l'option appropriée
- Diminuer, augmenter le paramètre sélectionné.



La touche entrée est utilisée pour :

- Confirmer l'option sélectionnée.

La touche Escape (echap) est utilisée pour :

- Revenir au menu précédent sans modifications;
- Stopper une mesure.

Seconde fonction:

- met l'instrument sous tension ou hors tension (maintenir la touche pendant 2 s pour l'écran de confirmation) ;



- Arrêt de l'appareil (maintenir la touche enfoncée pendant 10 s ou plus).

L'instrument s'éteint automatiquement 10 minutes après avoir appuyé sur la dernière touche.



La touche Tab est utilisée pour :

- agrandir la colonne dans le panneau de contrôle.



La touche Run est utilisée pour :

- débuter et stopper les mesures.

6.2 Signification générale des gestes tactiles



Tapoter (toucher brièvement la surface avec le bout du doigt) est utilisé pour:

- Sélectionner l'option appropriée;
- Confirmer l'option sélectionnée;
- Débuter et stopper des mesures.



Le balayage (appuyer, déplacer, soulever) vers le haut/bas est utilisé pour:

- faire défiler le contenu au même niveau;
- faire défiler le contenu au même niveau.



long

Une pression longue (surface de contact avec le bout du doigt pendant au moins 1 s) est utilisée pour:

- sélectionner des touches additionnelles (clavier virtuel);
- sélectionner un test ou une mesure en utilisant le sélecteur croisé.



L'icône Echap est utilisée pour:

- revenir au menu précédent sans modifications;
- stopper les mesures.

6.3 Clavier Virtuel



Image 6.1: Clavier Virtuel

	Basculer entre les majuscules et les minuscules. Actif uniquement lorsque la disposition du clavier des caractères alphabétiques est sélectionnée.
	Retour arrière Efface le dernier caractère ou tous les caractères s'ils sont sélectionnés. (Si elle est maintenue pendant 2 s, tous les caractères sont sélectionnés).
	Entrer confirme le nouveau texte.
	Active la mise en page numérique / symboles.
	Active les caractères alphabétiques
	Clavier Anglais.
	Clavier Grec.
	Clavier Russe.
	Revient au menu précédent sans modifications.

6.4 Affichage et son

6.4.1 Indication de batterie et d'heure

L'indicateur de batterie indique l'état de charge de la batterie et le branchement du chargeur externe.



Indication de l'état de la batterie.



Batterie faible. Rechargez la batterie.



La batterie est pleine.



Indication d'un défaut de la batterie.



Chargement en cours (si le chargeur est connecté et la batterie est insérée).

08:26

Heure (hh :mm).

6.4.2 Messages

Dans le champ message, des avertissements et des messages sont affichés.



Les conditions sur les bornes d'entrée permettent de démarrer la mesure ; tenir compte des autres avertissements et messages affichés.



Les conditions sur les bornes d'entrée ne permettent pas de démarrer la mesure, tenir compte des avertissements et messages affichés.



Procède à l'étape suivante.



Répète la mesure.
Le résultat d'un test simple affiché ne sera pas sauvegardé.



Stopper la mesure.



Le(s) résultat(s) peuvent être stockés.



Ouvre le menu de modification des paramètres et des limites.



Vue écran précédente.

	Vue écran suivant.
	Résultat écran précédent.
	Résultat écran suivant.
	Modifier le graphique (zoomer ou dézoomer, et faire bouger le curseur).
	Ouvre l'écran d'aide.
	Visualise les résultats de mesure.
	Démarré la compensation des câbles de test dans Mesure - Ω du compteur (200 mA et 7 mA).
	Développe le panneau de contrôle / ouvre plus d'options.
	Attention ! Une haute tension est appliquée aux bornes de test. La mesure ne démarrera pas. Limite [> 50 Vrms H-E, S-E, ES-E, ES-E, H-Guard, S-Guard, ES-Guard, ES-Guard].
	La gamme de mesure de l'appareil est dépassée. La mesure ne sera pas démarrée ou affichée !
	Un bruit électrique élevé a été détecté pendant la mesure. Les résultats peuvent être altérés. Limite [La fréquence de bruit est proche (± 6 %) de la fréquence de test].
	La mesure est en cours d'exécution, tenir compte des avertissements affichés.
	Impédance de terre élevée des sondes de test. Voir chapitre 15.8 Influence des électrodes auxiliaires.
	Impédance élevée de la sonde de courant Rc. Voir chapitre 15.8 Influence des électrodes auxiliaires.
	Impédance élevée de la sonde de courant Rp. Voir chapitre 15.8 Influence des électrodes auxiliaires.
	Résistance des câbles de test dans Mesure Ω - (200 mA et 7 mA) non compensée. Limite [Compensation de dérive < 5 Ω].
	Résistance des câbles de test dans Mesure Ω - (200 mA et 7 mA) compensée.

	Faible courant de test à travers les pinces classiques ou Flex. Les résultats peuvent être altérés. Voir chapitre 15.9 Influence d'un faible courant de test à travers les pinces.
	Courant négatif à travers les pinces flex, vérifiez la bonne direction des pinces Flex [↑ ↓].
	La borne H(C1), S(P1), ES(P2) ou E(C2) n'est pas connectée à l'instrument ou à l'appareil. Une résistance trop élevée est détectée. Limite [$I_{gène} > 100 \mu A$].
	F1 - La Borne d'entrée de la Pince Flex 1 (port de synchronisation) n'est pas connectée à l'instrument. Toujours connecter la pince flex à la borne F1 en premier.

Limite

Avec la limite basse, l'utilisateur est autorisé à régler la résistance limite, le courant ou la valeur de tension. La résistance, le courant ou la tension mesurée est comparée à la limite. Le résultat n'est validé que s'il se situe à l'intérieur de la limite donnée. L'indication des limites est affichée dans la fenêtre des paramètres de test.

Fenêtre de Message:



Le résultat de mesure est dans les limites pré-définies (Reussite).



Le résultat de mesure est hors des limites pré-définies (ECHEC).



La mesure est avortée. Prendre en consideration les avertissements et messages affichés.

Note:

- **L'indication Réussite/Echec est affichée seulement si la limite est définie.**

6.4.3 Indication sonore

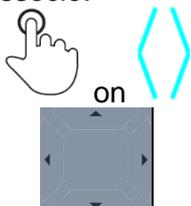
Deux bips	Réussite! Cela signifie que les données du résultat de mesure se situent à l'intérieur des limites attendues.
Un long bip	ECHEC! Signifie que les données du résultat de mesure sont hors des limites prédéfinies.
Son continu	Attention! Une haute tension est appliquée aux bornes de test. La mesure ne démarre pas. Limite [$> 50 V_{rms}$ H-E, S-E, ES-E, ES-E, H-Guard, S-Guard, ES-Guard, ES-Guard]. La valeur mesurée dans Mesure Ω - (7 mA) est inférieure à la limite réglée.

6.4.4 Ecrans d'aide



Ouvre l'écran d'aide.

Des menus d'aide sont disponibles dans toutes les fonctions. Le menu Aide contient des schémas pour illustrer la connexion correcte de l'appareil à l'objet à tester. Après avoir sélectionné la mesure que vous voulez effectuer, appuyez sur la touche HELP pour afficher le menu d'aide associé.

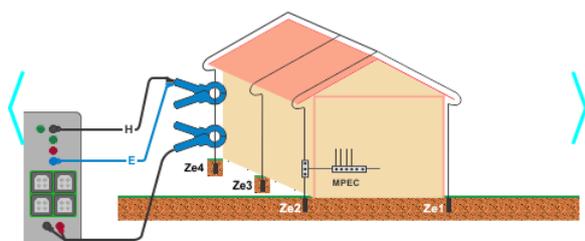


Sélectionne l'écran d'aide précédent/suivant.

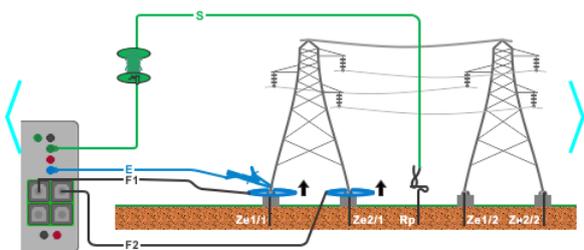


Quitte le menu d'aide.

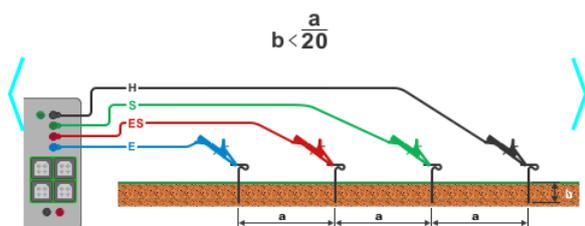
HELP 1/20: 2 Clamps 09:58



HELP 10/20: Passive Flex C. 09:58



HELP 15/20: Wenner Method 09:58



HELP 4/20: 4 - pole 09:58

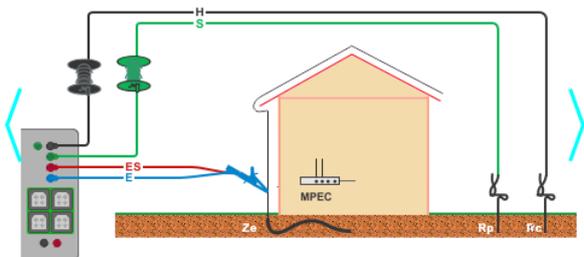


Image 6.2: Exemples d'écrans d'aide

7 Menu principal

7.1 Menu principal de l'appareil

A partir du menu principal de l'appareil, différents menus d'utilisation peuvent être sélectionnés.

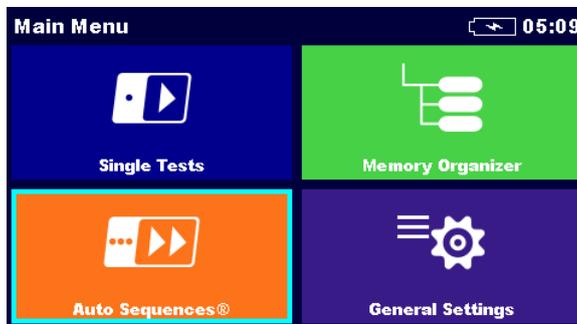


Image 7.1: Menu principal

Options du menu principal:



Tests simples

Menu pour les tests simples, voir le chapitre 11 Tests et Mesures pour plus d'informations.



Auto Sequences®

Menu avec des séquences de test personnalisées, voir chapitre 12 *Auto Sequences* pour plus d'informations.



Organiseur de mémoire

Menu pour le travail et la documentation des données de test, voir le chapitre 9 Organiseur de mémoire.



Paramètres

Menu pour le paramétrage de l'appareil, voir le chapitre 8 Paramètres.

8 Paramètres

Dans le menu Paramètres, les paramètres et réglages de l'appareil peuvent être vus ou définis.

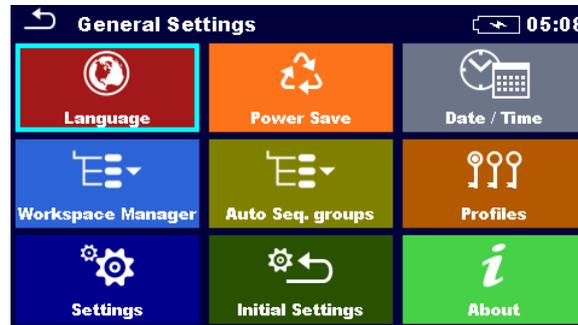


Image 8.1: Menu paramètres

Options du menu Paramètres:



Langue

Sélection de la langue de l'appareil. Se référer au chapitre **8.1 Langue** pour plus d'informations.



Economie d'énergie

Luminosité de l'écran LCD, activation/désactivation de la communication Bluetooth. Se référer au chapitre **8.2 Economie d'énergie** pour plus d'informations.



Date / Heure

Date et heure de l'appareil. Se référer au chapitre **8.3 Date et heure** pour plus d'informations.



Gestionnaire de l'espace de travail

Manipulation de fichiers de projets. Se référer au chapitre **8.9 Gestionnaire de l'espace de travail** pour plus d'informations.



Groupes d'Auto Sequence®

Manipulation de listes d'Auto Sequences®. Se référer au chapitre **8.8 Groupes d'Auto Sequence®** pour plus d'informations.



Profil de l'appareil

Sélection de profils de l'appareil disponibles. Se référer au chapitre **8.4 Profils de l'appareil** pour plus d'informations.



Réglages

Réglage des différents paramètres du système/ de mesure. Se référer au chapitre **8.5 Réglages** pour plus d'informations.



Réglages initiaux

Réglages d'usine. Se référer au chapitre **8.6 Réglages initiaux** pour plus d'informations.



A propos

Informations de l'appareil. Se référer au chapitre **8.7 A** pour plus d'informations.

8.1 Langue

Dans ce menu, la langue de fonctionnement de l'appareil peut être définie.



Image 8.2: Menu de sélection de la langue

8.2 Economie d'énergie

Dans ce menu, différentes options pour diminuer la consommation d'énergie peuvent être définies.



Image 8.3: Menu d'économie d'énergie

Luminosité	Définir le niveau de luminosité de l'écran LCD.
Mise en veille de l'écran LCD	Définir la mise en veille de l'écran LCD après une période définie. L'écran LCD se remet en marche en appuyant sur une touche ou en appuyant sur l'écran.
Bluetooth	Toujours sur On: Le module Bluetooth est prêt à communiquer. Mode sauvegarde: Le module Bluetooth est mis en veille et ne fonctionne pas.

8.3 Date et heure

Dans ce menu, la date et l'heure de l'appareil peuvent être définis.



Image 8.4: Définir la date et l'heure

8.4 Profils de l'appareil

Dans ce menu, le profil de l'appareil peut être sélectionné parmi ceux disponibles.



Image 8.5: Menu des profils de l'appareil

L'appareil utilise différents systèmes et paramètres de mesure spécifiques en fonction de la portée du travail ou du pays dans lequel il est utilisé. Ces réglages spécifiques sont stockés dans des profils de l'appareil.

Par défaut, chaque appareil possède au moins un profil activé. Il faut obtenir les clés de licence appropriées pour ajouter plus de profils aux appareils.

Si différents profils sont disponibles, ils sont sélectionnables dans ce menu. Pour plus d'informations, se référer au chapitre Annexe B – Tableau de sélection des profils

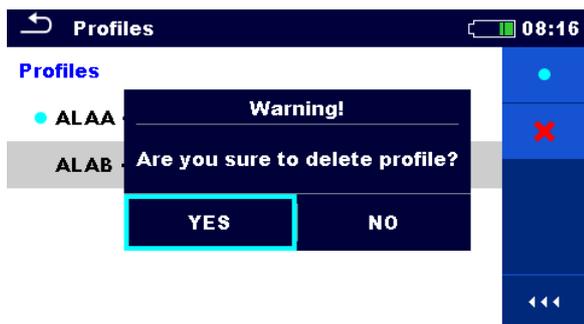
Options



Charge le profil sélectionné. L'appareil redémarrera automatiquement avec le nouveau profil chargé.



Supprime le profil sélectionné.



Avant la suppression du profil sélectionné, une confirmation est demandée à l'utilisateur.



Agrandit le panneau de contrôle / ouvre plus d'options.

8.5 Réglages

Dans ce menu, différents réglages peuvent être définis.

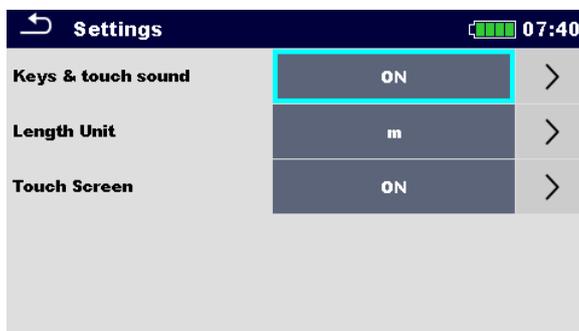


Image 8.6: Menu des réglages

	Sélection disponible	Description
Son des touches et de l'écran tactile	[ON, OFF]	Active / Désactive le son lors de l'utilisation des touches et de l'écran tactile.
Unité de mesure	[m, ft]	Unité de longueur pour des mesures spécifiques de résistance à la terre et pour des mesures de potentiel.
Ecran tactile	[ON, OFF]	Active / Désactive l'utilisation de l'écran tactile.

8.6 Réglages initiaux

Dans ce menu, le module Bluetooth interne peut être initialisé et les réglages de l'appareil, les paramètres de mesure et les limites peuvent être réglés aux valeurs initiales (usine).

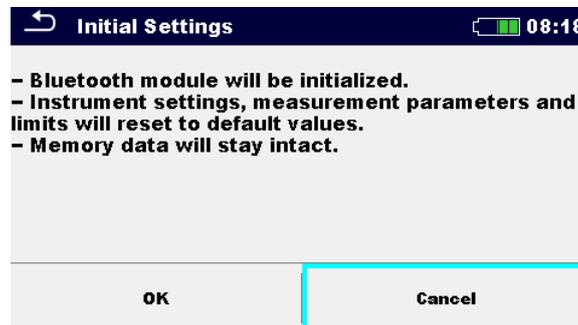


Image 8.7: Menu des réglages initiaux

Attention:

Les paramètres personnalisés suivants seront perdus lors de la remise de l'appareil aux paramètres d'usine :

- Paramètres et limites de mesure.
- Paramètres et réglages dans le menu paramètres.
- L'application des réglages d'usine redémarreront l'appareil

Notes:

Les paramètres personnalisés suivants resteront :

- Réglages de profil.
- Données en mémoire.

8.7 A propos

Dans ce menu, vous pouvez retrouver les informations de l'appareil (nom, version, numéro de série et date de calibrage).

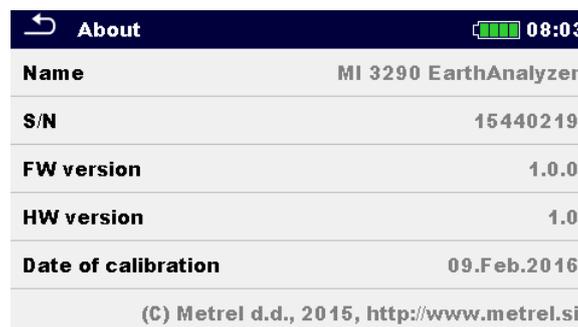


Image 8.8: Ecran d'informations de l'appareil

8.8 Groupes d'Auto Sequence®

Les Auto Sequences® du contrôleur de terre MI3290 peuvent être organisées à l'aide de listes. Dans une liste, un groupe d'Auto Sequences® similaires est enregistré. Le menu Groupes Auto Sequence® permet de gérer les différentes listes d'Auto Sequences® stockées sur la carte microSD.

8.8.1 Menu de groupes d'Auto Sequence®

Dans les groupes Auto Sequence®, les listes de menus des Auto Sequences® s'affichent. Une seule liste peut être ouverte dans l'appareil en même temps. La liste sélectionnée dans le menu des groupes Auto Sequence® s'ouvre dans le menu principal Auto Sequences®.

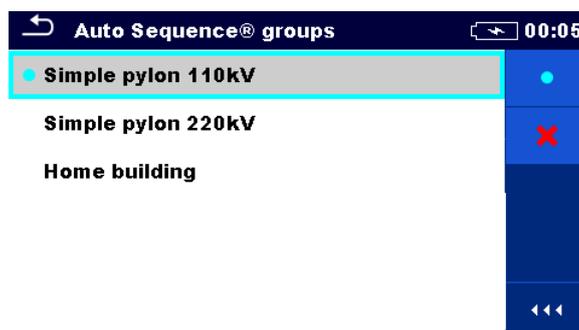


Image 8.9: Menu de groupes d'Auto Sequence®

8.8.2 Opérations dans le menu de groupes d'Auto Sequence®:

Options



Ouvre la liste d'Auto Sequences® sélectionnée. La liste d'Auto Sequences® sélectionnée précédemment se fermera automatiquement.
Se référer au chapitre **8.8.3 Sélectionner une liste d'Auto Sequences®** pour plus d'informations.



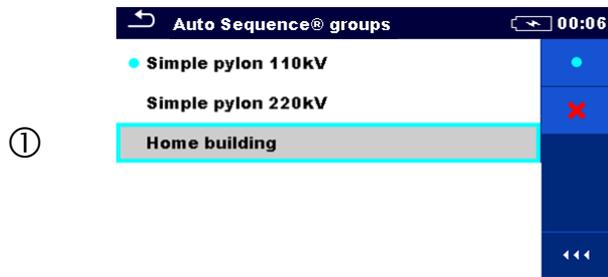
Supprimer la liste d'Auto Sequences® sélectionnée.
Se référer au chapitre **8.8.4 Supprimer une liste d'Auto Sequences** pour plus d'informations.



Ouvre les options dans le panneau de contrôle/agrandit la colonne.

8.8.3 Sélectionner une liste d'Auto Sequences®

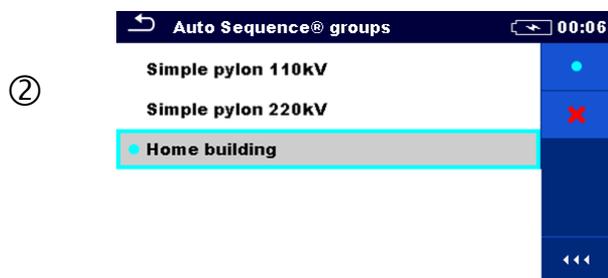
Procédure



Une liste d'Auto Sequences® peut être sélectionnée à partir du menu de groupes d'Auto Sequence®.



Accède aux options de sélection de liste.

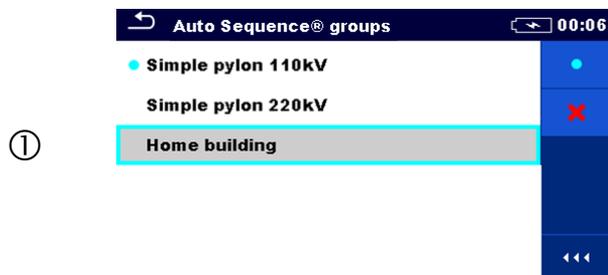


La liste d'Auto Sequences® sélectionnée est marquée d'un point bleu.

Note:
La liste d'Auto Sequences® sélectionnée est fermée automatiquement.

8.8.4 Supprimer une liste d'Auto Sequences®

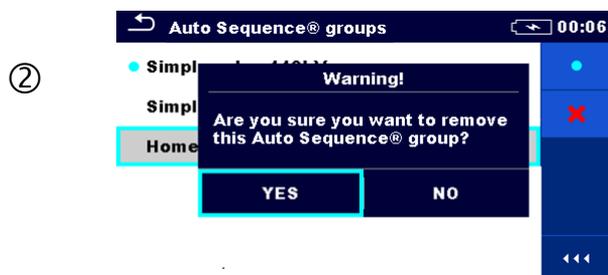
Procédure



Une liste d'Auto Sequences® à supprimer peut être sélectionnée à partir du menu de groupe d'Auto Sequence®.



Accéder aux options de suppression d'une liste.
£



Avant de supprimer une liste d'Auto Sequences® sélectionnée, une confirmation est demandée à l'utilisateur.



8.9 Gestionnaire de l'espace de travail

Le gestionnaire de l'espace de travail est prévu pour la gestion des différents espaces de travail et exportations stockées sur la carte microSD.

8.9.1 Espaces de travail et exports

Les travaux du MI 3290 peuvent être organisés et structurés à l'aide d'espaces de travail et Exports. Les exportations et les espaces de travail contiennent toutes les données pertinentes (mesures, paramètres, limites, objets de structure) d'une œuvre individuelle.

Les espaces de travail sont stockés dans la mémoire interne sur le répertoire WORKSPACES, tandis que les exportations sont stockées dans le répertoire EXPORTS. Les fichiers d'exportation peuvent être lus par les applications Metrel qui s'exécutent sur d'autres appareils. Les exportations sont appropriées pour faire des copies de sauvegarde d'œuvres importantes. Pour travailler sur l'instrument, une exportation doit d'abord être importée de la liste des exportations et convertie en espace de travail. Pour être stocké en tant que données d'exportation, un espace de travail doit d'abord être exporté à partir de la liste des espaces de travail et converti en un espace d'exportation.

8.9.2 Menu principal du gestionnaire de l'espace de travail

Dans le gestionnaire de l'espace de travail, les espaces de travail et les Exports sont affichés dans deux listes séparées.



Image 8.10: Menu du gestionnaire de l'espace de travail

Options

WORKSPACES:

Liste des espaces de travail.



Affiche une liste d'Exports.



Ajoute un nouvel espace de travail. Se référer au chapitre **8.9.5 Ajouter un nouvel espace de travail** pour plus d'informations.

EXPORTS:

Liste d'Exports.



Affiche une liste d'espaces de travail.

8.9.3 Opérations dans des espaces de travail

Seul un espace de travail à la fois peut être ouvert dans l'appareil. L'espace de travail sélectionné dans le gestionnaire d'espaces de travail sera ouvert dans l'organiseur de mémoire.



Image 8.11: Menu des espaces de travail

Options

- Marque l'espace de travail ouvert dans l'organiseur de mémoire.
Ouvre l'espace de travail sélectionné dans l'organiseur de mémoire.
Se référer au chapitre **8.9.6** pour plus d'informations.

- Supprimer l'espace de travail sélectionné.
Se référer au chapitre **8.9.6 Supprimer un espace de travail / export** pour plus d'informations.

- Ajouter un nouvel espace de travail.
Se référer au chapitre **8.9.5 Ajouter un nouvel espace de travail** pour plus d'informations.

- Exporte un espace de travail vers une Export.
Se référer au chapitre **8.9.9 Exporter un espace de travail** pour plus d'informations.

8.9.4 Opérations avec des Exportations

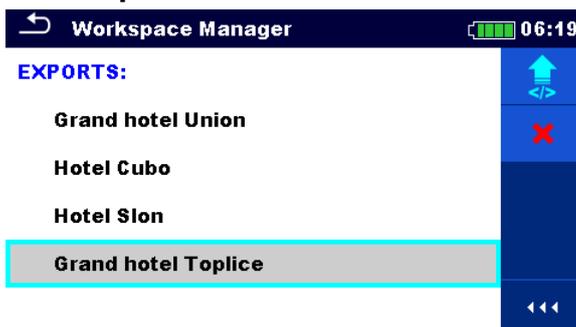


Image 8.12 : Menu d'exportations d'espaces de travail

Options

- Supprime l'Export sélectionnée.
Se référer au chapitre **8.9.6 Supprimer un espace de travail / export** pour plus d'informations.

- Importe un nouvel espace de travail à partir de Export.
Se référer au chapitre **8.9.8 Importer un espace de travail** pour plus d'informations.

8.9.5 Ajouter un nouvel espace de travail

Procédure

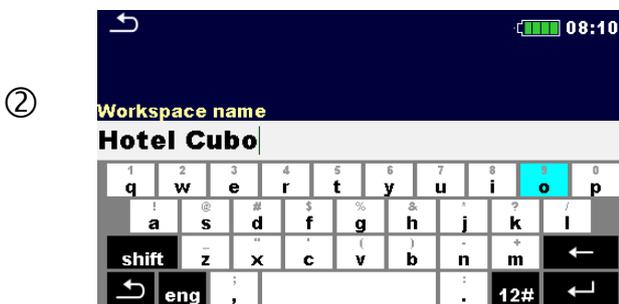


①

De nouveaux espaces de travail peuvent être ajoutés à partir de l'écran du gestionnaire d'espaces de travail.



Accéder aux options d'ajout d'un nouvel espace de travail.



②

Le clavier pour saisir le nom d'un nouvel espace de travail est affiché après avoir sélectionné Nouveau.



③

Après confirmation, un nouvel espace de travail est ajouté dans la liste du menu principal du gestionnaire d'espaces de travail.

8.9.6 Ouvrir un espace de travail

Procédure



L'espace de travail peut être sélectionné à partir d'une liste de l'écran du gestionnaire d'espaces de travail.



Ouvre un espace de travail dans le gestionnaire d'espaces de travail.



L'espace de travail ouvert est marqué par un point bleu. L'espace de travail ouvert précédemment sera fermé automatiquement.

8.9.7 Supprimer un espace de travail / Exportation

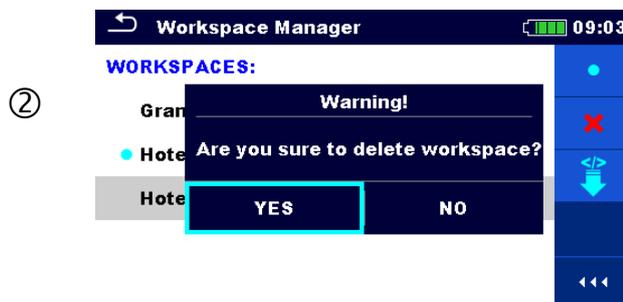
Procédure



L'espace de travail / export à supprimer doit être sélectionné à partir de la liste d'espaces de travail/exportation. L'espace de travail ouvert ne peut pas être supprimé.



Accéder aux options pour supprimer un espace de travail / un export.



Avant la suppression de l'espace de travail / export, une confirmation est demandée à l'utilisateur.



L'espace de travail / export est supprimée de la liste des espaces de travail / exports.

8.9.8 Importer un espace de travail



Sélectionner un fichier d'exportation à importer de la liste d'espaces de travail / exports.



Accéder à l'option Importation.



Avant l'importation du fichier sélectionné, une confirmation est demandée à l'utilisateur.



Le fichier d'exportation importé est ajouté à la liste d'espaces de travail.

Note:

- Si un espace de travail portant le même nom existe déjà, le nom de l'espace de travail importé sera modifié (nom_001, nom_002, nom_003...).

8.9.9 Exporter un espace de travail



Sélectionner un espace de travail à exporter dans un fichier d'exportation à partir de la liste du gestionnaire d'espaces de travail.



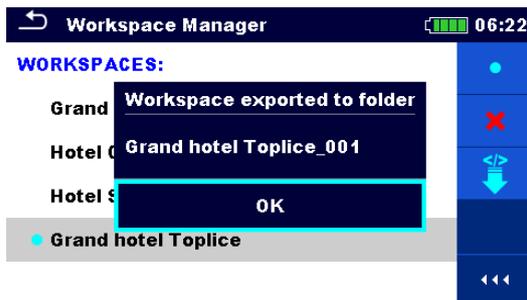
Accéder aux options d'exportation.

②



Avant l'export de l'espace de travail sélectionné, une confirmation est demandée à l'utilisateur.

③



L'espace de travail est exporté dans le fichier d'export et est ajouté à la liste des exportations.

Note:

- ❑ Si un fichier d'export portant le même nom existe déjà, le nom du fichier d'export sera modifié (nom_001, nom_002, nom_003 ...).



9 Organiseur de mémoire

L'organiseur de mémoire est un outil pour stocker les données de test et pour travailler sur ces données.

9.1 Menu de l'organiseur de mémoire

Le contrôleur de terre est un appareil avec une structure à plusieurs niveaux. La hiérarchie de l'arborescence de l'organiseur de mémoire est montrée sur l'image 9.1. Les données sont ajoutées en fonction du projet, de l'objet (bâtiment, centrale électrique, sous-station, tour de transmission,) et l'appareil à tester (paratonnerre, piquet de terre, transformateur , clôture électrique ...). Pour plus d'informations, se référer au chapitre **Annexe A – Objets** de structure.

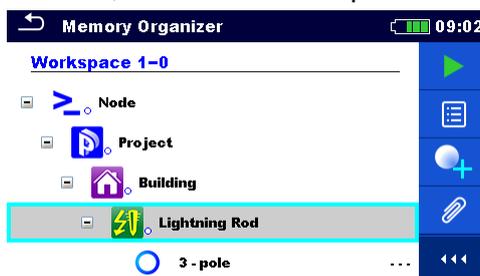


Image 9.1: Structure de l'arborescence par défaut et sa hiérarchie

9.1.1 Statuts de mesure

Chaque mesure possède :

- Un statut (Réussite ou Echec ou aucun statut),
- Un nom,
- Des résultats,
- Des limites et paramètres.

Une mesure peut être un test simple ou une Auto sequence®.

Pour plus d'informations, se référer aux chapitres **10 Tests simples** et **12 Auto Sequences®**.

Statuts des tests simples

- Test simple terminé et réussi avec les résultats de test
- Test simple terminé et échoué avec les résultats de test
- Test simple terminé avec les résultats de test mais sans statut
- Test simple vide sans résultats de test

Statuts généraux des Auto Sequences®

- ou  Au moins un test simple dans l'Auto Sequence® a été réussi et aucun test simple n'a échoué
- ou  Au moins un test simple dans l'Auto Sequence® a échoué



Au moins un test simple dans l'Auto Sequence® a été effectué et aucun autre test simple n'a été réussi ou échoué.



Auto Sequence® vide avec tests simples vides

9.1.2 Objets de structure

Chaque objet de structure possède :

- ❑ Une icône
- ❑ Un nom
- ❑ Des paramètres

En option, ils peuvent posséder :

- ❑ Une indication du statut des mesures dans l'objet de structure et un commentaire ou un fichier joint



Image 9.2: Projet de structure de l'arborescence

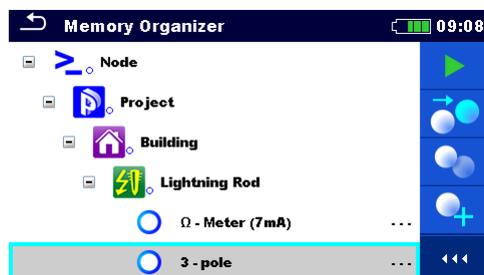
9.1.3 Indication du statut de mesure dans l'objet de structure

L'état général des mesures sous chaque élément de structure / sous-élément peut être vu sans avoir à déployer le menu arborescence. Cette fonction est utile pour une évaluation rapide de l'état du test et pour guider les mesures.

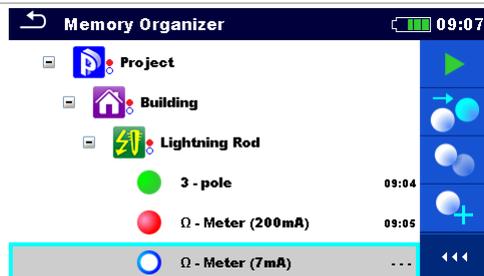
Options



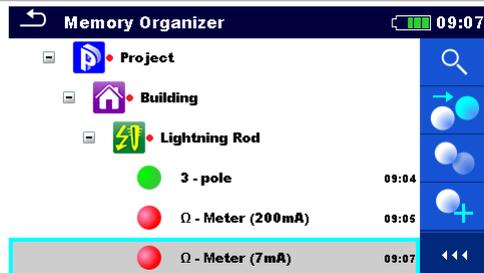
Il n'y a pas de résultat (s) de mesure sous l'objet de structure sélectionné. Les mesures doivent être effectuées.



Un ou plusieurs résultats de mesure sous l'objet de structure sélectionné ont échoué. Toutes les mesures sous l'objet de structure sélectionné n'ont pas encore été effectuées.



Toutes les mesures sous l'objet de structure sélectionné sont terminées mais un ou plusieurs résultats de mesure ont échoué.



Note:

Il n'y a pas d'indication de statut si tous les résultats de mesure sous chaque élément de structure / sous-élément ont passé ou s'il y a un élément de structure / sous-élément vide (sans mesures).

9.1.4 Opérations dans le menu de l'arborescence

Dans l'organisateur de mémoire, différentes actions peuvent être effectuées à l'aide du panneau de contrôle sur le côté droit de l'écran. Les actions possibles dépendent de l'élément sélectionné dans l'organiseur.

9.1.4.1 Opérations sur des mesures (mesures terminées ou vides)



Image 9.3: Une mesure est sélectionnée dans le menu de l'arborescence

Options



Visualiser les résultats de la mesure.
L'appareil passe à l'écran de la mémoire de mesure.



Démarrer une nouvelle mesure.
L'appareil passe à l'écran de démarrage de la mesure.



Cloner la mesure.
La mesure sélectionnée peut être copiée en tant que mesure vide sous le même objet Structure. Se référer au chapitre **9.1.4.7 Cloner une mesure** pour plus d'informations.



Copier & Coller une mesure
La mesure sélectionnée peut être copiée et collée en tant que mesure vide à n'importe quel endroit de l'arborescence. Plusieurs "Coller" sont autorisés. Se référer au chapitre **9.1.4.10 Copier & Coller une mesure** pour plus d'informations.



Ajouter une nouvelle mesure
L'appareil passe au menu pour ajouter des mesures. Se référer au chapitre **9.1.4.5 Ajouter une nouvelle mesure** pour plus d'informations.



Supprimer une mesure.
La mesure sélectionnée peut être supprimée. Il est demandé à l'utilisateur de confirmer avant la suppression. Se référer au chapitre **9.1.4.12 Supprimer une mesure** pour plus d'informations.

9.1.4.2 Opérations sur des objets de structure

L'objet de structure doit d'abord être sélectionné.

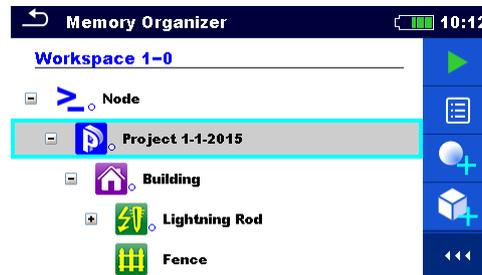


Image 9.4: Un projet de structure est sélectionné dans le menu de l'arborescence

Options

	Débuter une nouvelle mesure. Sélectionner le premier type de mesure (test simple ou Auto sequence®). Après avoir sélectionné le bon type, l'appareil passe à un test individuel ou à l'écran de sélection Auto Sequence®. Se référer au chapitre 10.1 Modes de sélection .
	Sauvegarder une mesure. Sauvegarder une mesure sous l'objet de structure sélectionné.
	Visualiser/modifier les paramètres et pièces jointes. Les paramètres et les pièces jointes de l'objet Structure peuvent être visualisés ou traités. Se référer au chapitre 9.1.4.3 Visualiser / Modifier les paramètres et pièces jointes d'une structure pour plus d'informations.
	Ajouter une nouvelle mesure. L'appareil accède au menu d'ajout d'une nouvelle mesure dans la structure. Se référer au chapitre 9.1.4.5 Ajouter une nouvelle mesure pour plus d'informations.
	Ajouter un nouvel élément de structure. Un nouvel élément de structure peut être ajouté. Se référer au chapitre 9.1.4.4 Ajouter un nouvel élément de structure pour plus d'informations.
	Commentaires. Affichage des commentaires.
	Pièces jointes. Le nom et le lien de la pièce jointe sont affichés.
	Cloner une structure. La structure sélectionnée peut être copiée au même niveau dans l'arborescence (cloner). Se référer au chapitre 9.1.4.6 Cloner un élément de structure pour plus d'informations.
	Copier & coller une structure. La structure sélectionnée peut être copiée et collée dans tout endroit autorisé dans l'arborescence. De multiples "coller" sont autorisés. Se référer au chapitre 9.1.4.8 Copier & Coller un objet de structure pour plus d'informations.
	



Supprime un élément de structure.

Un élément de structure sélectionné et ses sous- éléments peuvent être supprimés. Une confirmation est demandée à l'utilisateur avant la suppression. Se référer au chapitre **9.1.4.11 Supprimer un élément de structure** pour plus d'informations.



Renommer un élément de structure.

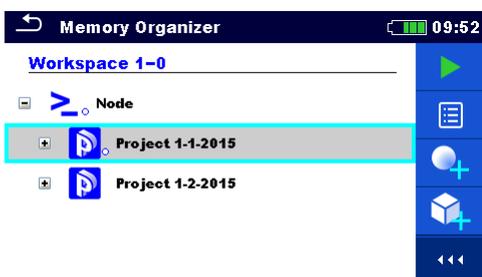
L'élément de structure sélectionné peut être renommé grâce au clavier. Se référer au chapitre **9.1.4.13 Renommer un élément de structure** pour plus d'informations.

9.1.4.3 Visualiser / Modifier les paramètres et pièces jointes d'une structure

Les paramètres et leur contenu sont affichés dans ce menu. Pour modifier le paramètre sélectionné, Appuyez sur ou appuyez sur la touche tabulation suivie de la touche Entrée pour accéder au menu de modification des paramètres.

Procédure

①



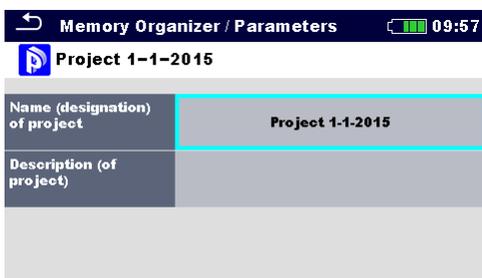
Sélectionner l'élément de structure à modifier.

②



Sélectionner Paramètres sur le panneau de contrôle.

③



Exemple de menu des paramètres.

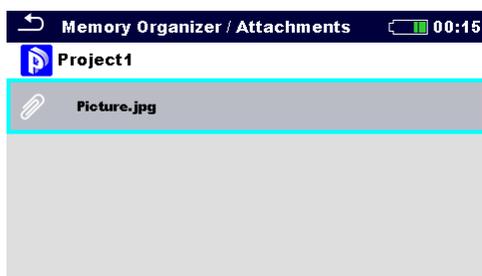
Dans le menu de modification des paramètres, la valeur du paramètre peut être sélectionnée à partir d'une liste déroulante ou saisie à l'aide du clavier. Se référer au chapitre **6 Utilisation de l'appareil** pour plus d'information sur l'utilisation du clavier.

②a



Sélectionner Pièces Jointes dans le panneau de contrôle.

③a



Pièces jointes

Le nom de la pièce jointe est visible. L'utilisation avec des pièces jointes n'est pas prise en charge dans l'appareil.

②b



Sélectionner Commentaires dans le panneau de contrôle.



③b

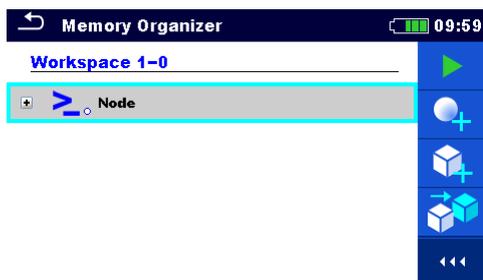
Commentaires
Un commentaire complet (non raccourci) attaché à l'objet structure peut être vu sur cet écran.

9.1.4.4 Ajouter un nouvel élément de structure

Ce menu est destiné à ajouter un nouvel élément de structure dans le menu de l'arborescence. Un nouvel élément de structure peut être sélectionné puis ajouté dans le menu de l'arborescence.

Procédure

①



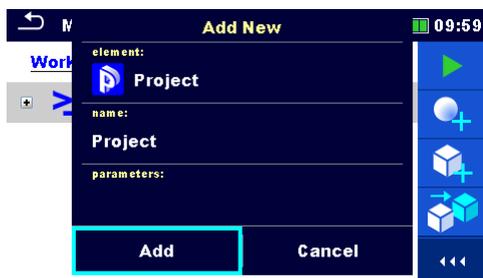
Structure initiale par défaut.

②



Sélectionner structure dans le panneau de contrôle.

③



Ajouter un nouveau menu de projet de structure.

④a



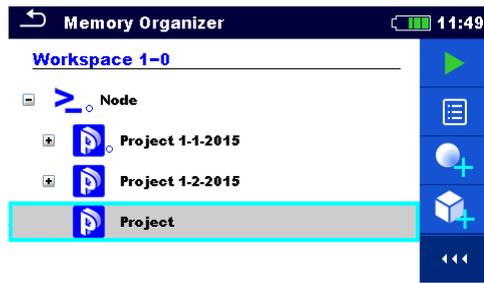
Le nom de l'élément de structure peut être modifié.

④b



Les paramètres de l'élément de structure peuvent être modifiés.

⑤



Nouveau projet ajouté.

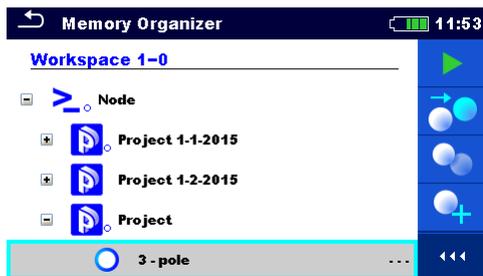
9.1.4.5 Ajouter une nouvelle mesure

Dans ce menu, de nouvelles mesures vides peuvent être définies et ajoutées dans l'arborescence de la structure. Le type de mesure, la fonction de mesure et ses paramètres sont d'abord sélectionnés, puis ajoutés sous l'élément de Structure sélectionné.

Procédure

①		<p>Sélectionnez le niveau dans la structure où la mesure sera ajoutée.</p>
②		<p>Sélectionner Ajouter une mesure dans le panneau de contrôle.</p>
③		<p>Ajouter un nouveau menu de mesure.</p>
④ a		<p>Le type de test peut être sélectionné dans ce champ. Options: Tests simples, Auto Sequence®. Tapez sur le champ ou appuyez sur la touche Entrée pour modifier.</p>
④ b		<p>La dernière mesure ajoutée est proposée par défaut. Pour sélectionner une autre prise de mesure sur le champ ou appuyer sur la touche Entrée pour ouvrir le menu de sélection des mesures.</p>
④ c		<p>Sélectionner le paramètre et le modifier comme décrit précédemment. Se référer au chapitre 10.1.2 Définir les paramètres et limites des tests simples pour plus d'informations.</p>
⑤		<p>Ajoute la mesure sous le projet de structure sélectionné dans le menu de l'arborescence. Revient au menu de l'arborescence sans modifications.</p>

⑥



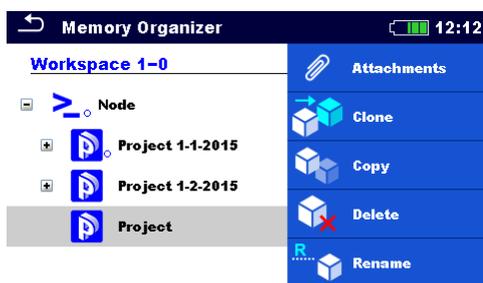
Une nouvelle mesure vide est ajoutée sous le projet de structure sélectionné.

9.1.4.6 Cloner un élément de structure

Dans ce menu, l'élément de structure sélectionné peut être copié (cloné) au même niveau dans l'arborescence. L'élément de structure cloné porte le même nom que l'original.

Procédure

①



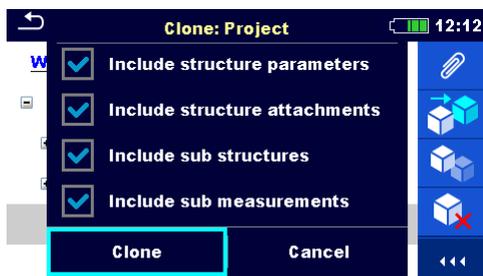
Sélectionner l'élément de structure à cloner.

②



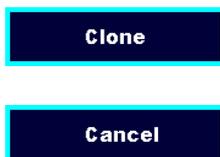
Sélectionner Cloner dans le panneau de contrôle.

③



Le menu Cloner la structure s'affiche. Les sous-éléments de l'élément de structure sélectionné peuvent être marqués ou non marqués pour le clonage. Se référer au chapitre **9.1.4.9 Cloner et coller des sous-éléments d'un élément de structure sélectionné** pour plus d'informations.

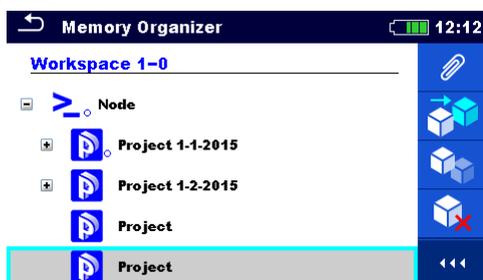
④



L'élément de structure sélectionné est copié (cloné) au même niveau dans l'arborescence.

Le clonage est annulé. Aucun changement dans l'arborescence de la structure.

⑤

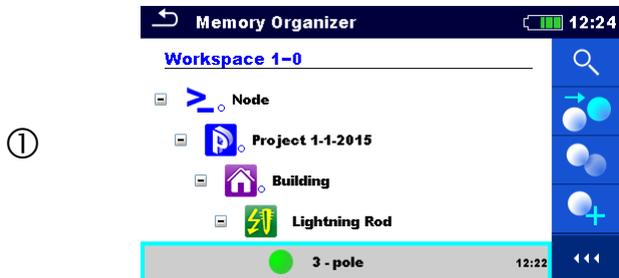


Le nouveau poste de structure est affiché.

9.1.4.7 Cloner une mesure

En utilisant cette fonction, une mesure vide ou terminée sélectionnée peut être copiée (clonée) en tant que mesure vide au même niveau dans l'arborescence de la structure.

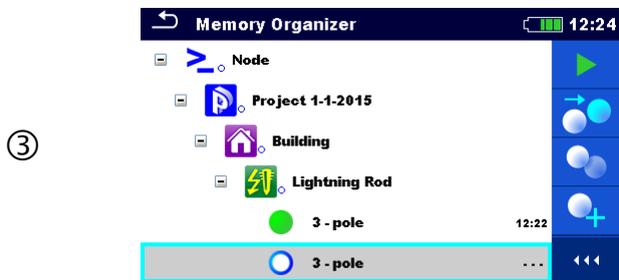
Procédure



Sélectionner la mesure à cloner.



Sélectionner Cloner dans le panneau de contrôle.

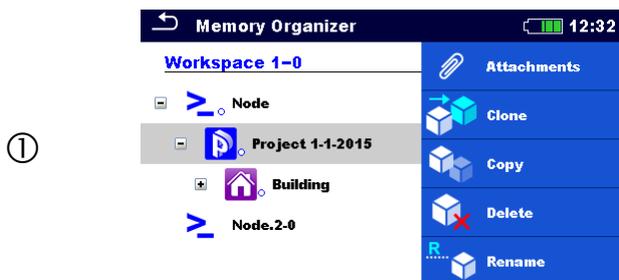


Une nouvelle mesure vide est affichée.

9.1.4.8 Copier & Coller un objet de structure

Dans ce menu, l'élément Structure sélectionné peut être copié et collé à n'importe quel emplacement autorisé dans l'arborescence de la structure.

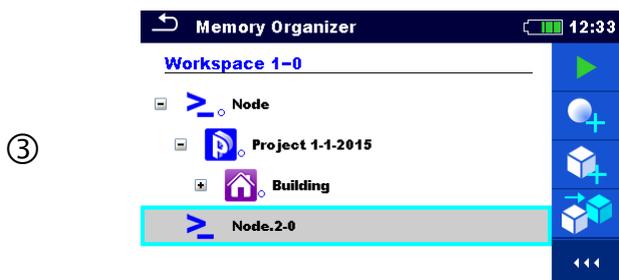
Procédure



Sélectionner l'élément de structure à copier.



Sélectionner Copier dans le panneau de contrôle.

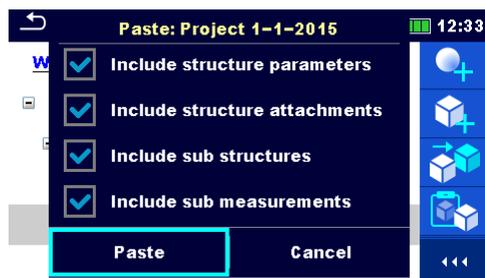


Sélectionner l'emplacement où l'élément de structure doit être copié.



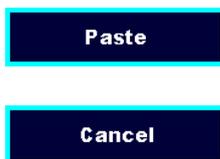
Sélectionner Coller dans le panneau de contrôle.

⑤



Le menu Coller structure s'affiche. Avant la copie, il est possible de définir les sous-éléments de l'élément de structure sélectionné qui seront également copiés. Se référer au chapitre **9.1.4.9 Cloner et coller des sous-éléments d'un élément de structure sélectionné** pour plus d'informations.

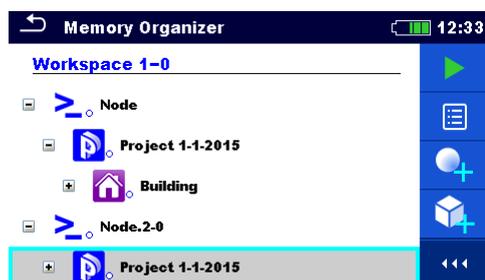
⑥



L'élément de structure et les éléments sélectionnés sont copiés (collés) à l'endroit sélectionné dans l'arborescence.

Revient au menu de l'arborescence sans modifications.

⑦



Le nouvel élément de structure est affiché.

Note:

- La commande Coller peut être exécutée une ou plusieurs fois.

9.1.4.9 Cloner et coller des sous-éléments d'un élément de structure sélectionné

Lorsque l'élément de structure est sélectionné pour être cloné, ou copié et collé, une sélection supplémentaire de ses sous-éléments est nécessaire. Les options suivantes sont disponibles:

Options

- Include structure parameters** Les paramètres de l'élément de structure sélectionné seront également clonés/collés.
- Include structure attachments** Les pièces jointes de l'élément de structure sélectionné seront également clonées/collées.
- Include sub structures** Les éléments de structure dans les sous-niveaux de l'élément de structure sélectionné (sous-structures) seront également clonés/collés.
- Include sub measurements** Les mesures dans l'élément de structure sélectionné et les sous-niveaux (sous-structures) seront également clonées/collées.

9.1.4.10 Copier & Coller une mesure

Dans ce menu, la mesure sélectionnée peut être copiée à n'importe quel emplacement autorisé dans l'arborescence.

Procédure

①



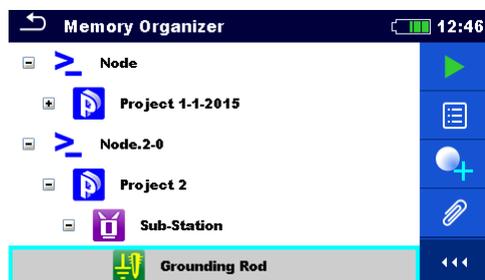
Sélectionner la mesure à copier.

②



Sélectionner Copier dans le panneau de contrôle.

③



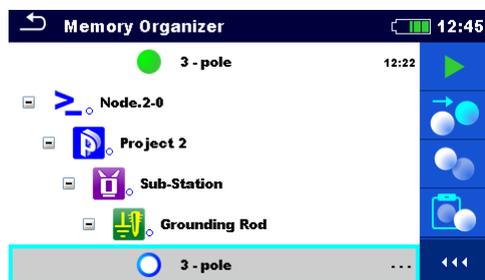
Sélectionner l'endroit où la mesure doit être collée.

④



Sélectionner Coller dans le panneau de contrôle.

⑤



Une nouvelle mesure (vide) est affichée dans l'élément de structure sélectionné.

Note:

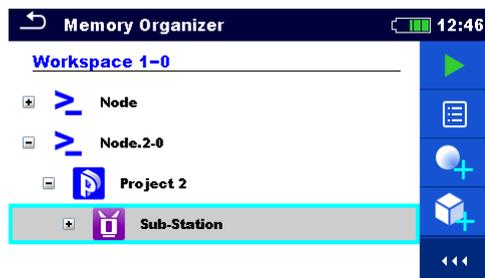
- ❑ La commande Coller peut être exécutée une ou plusieurs fois.

9.1.4.11 Supprimer un élément de structure

Dans ce menu, un élément de structure sélectionné peut être sélectionné.

Procédure

①



Sélectionner l'élément de structure à supprimer.

②



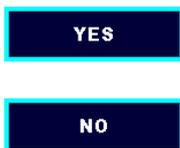
Sélectionner Supprimer dans le panneau de contrôle.

③



Une fenêtre de confirmation apparaîtra.

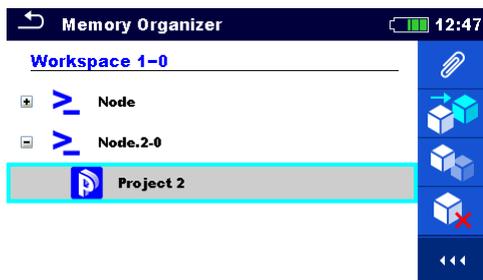
④



L'élément de structure sélectionné et ses sous-éléments sont supprimés.

Revient au menu de l'arborescence sans modifications.

⑤



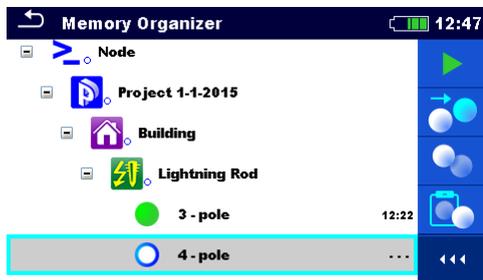
Structure sans l'élément de structure supprimé.

9.1.4.12 Supprimer une mesure

Dans ce menu, la mesure sélectionnée peut être effacée.

Procédure

①



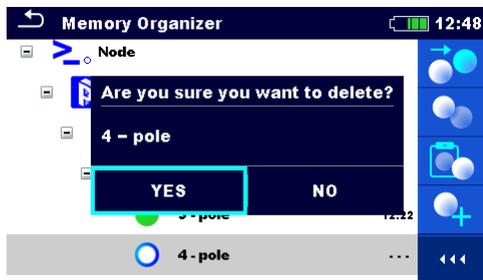
Sélectionner une mesure à supprimer.

②



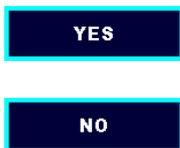
Sélectionner Supprimer dans le panneau de contrôle.

③



Une fenêtre de confirmation apparaîtra.

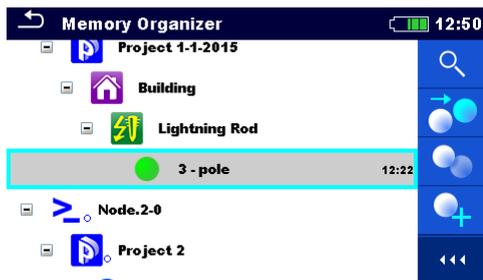
④



La mesure sélectionnée est supprimée.

Revient au menu de l'arborescence sans modifications.

⑤



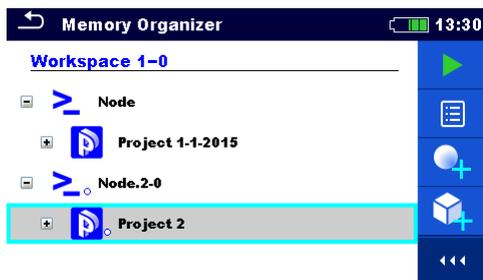
Structure sans la mesure supprimée.

9.1.4.13 Renommer un élément de structure

Dans ce menu, l'élément de structure sélectionné peut être renommé.

Procédure

①



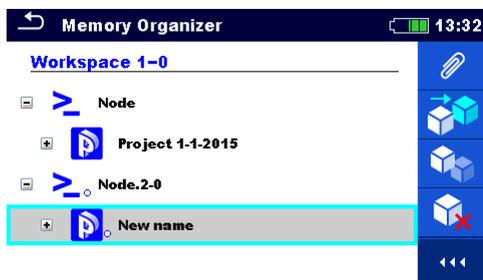
Sélectionner l'élément de structure à renommer

②



Sélectionner Renommer dans le panneau de contrôle.
Un clavier virtuel apparaîtra à l'écran. Saisir un nouveau texte et confirmer. Se référer au chapitre **6.3 Clavier Virtuel** pour l'utilisation du clavier.

③

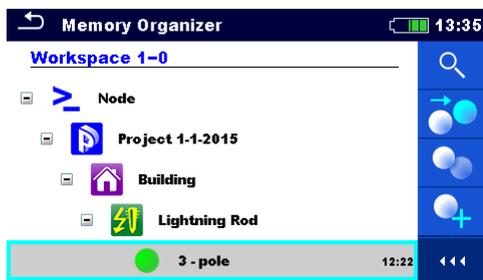


L'élément de structure avec le nom modifié

9.1.4.14 Rappeler et Retester la mesure sélectionnée

Procédure

①



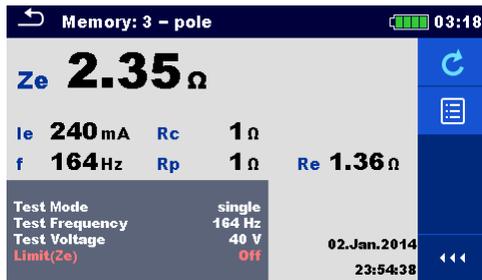
Sélectionner la mesure à rappeler.

②



Sélectionner Rappeler les résultats dans le panneau de contrôle.

③



La mesure est rappelée.

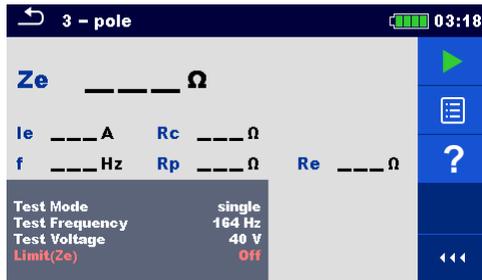
Les paramètres et les limites peuvent être visualisés mais ne peuvent pas être modifiés.

④



Sélectionner Retest dans le panneau de contrôle.

⑤



L'écran de démarrage du nouveau test de mesure s'affiche.

⑤ a



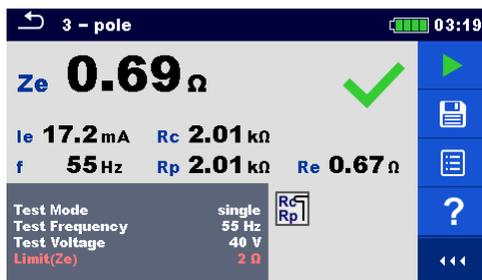
Les paramètres et les limites peuvent être visualisés et modifiés.

⑥



Sélectionnez Exécuter dans le panneau de contrôle pour tester à nouveau la mesure.

⑦

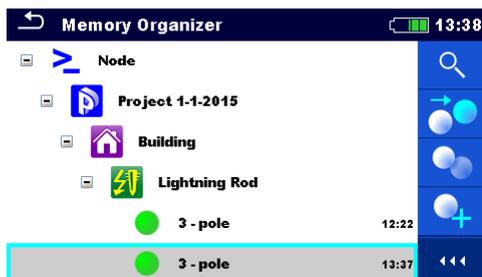


Résultats / sous-résultats après la répétition de la mesure rappelée.



Sélectionner Sauvegarder les résultats dans le panneau de contrôle.

⑧



La mesure testée à nouveau est sauvegardée sous le même élément de structure que l'élément d'origine. La structure de mémoire rafraîchie avec la nouvelle mesure effectuée est affichée.

10 Tests simples

Les mesures et les tests simples peuvent être sélectionnés dans le menu principal des tests simples ou dans le menu principal et les sous-menus de l'organiseur de mémoire.

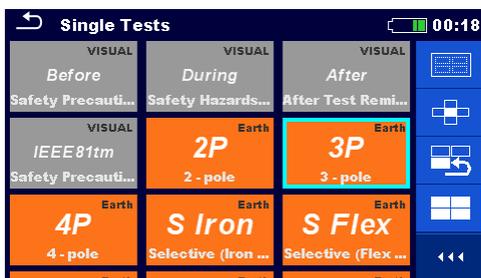
10.1 Modes de sélection

Dans le menu principal Tests simples, quatre modes de sélection de tests simples sont disponibles.

Options



Tous



Un seul test peut être sélectionné à partir d'une liste de tous les tests simples. Les tests simples sont toujours affichés dans le même ordre (par défaut).



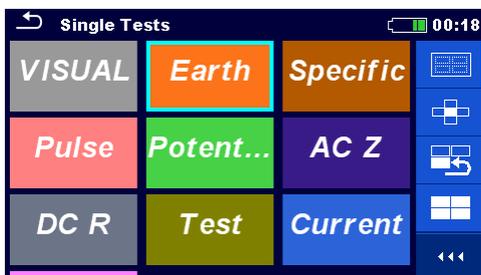
Dernier test utilisé



Les 9 derniers tests simples différents sont affichés.



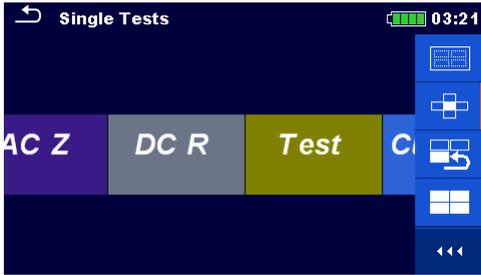
Groupes



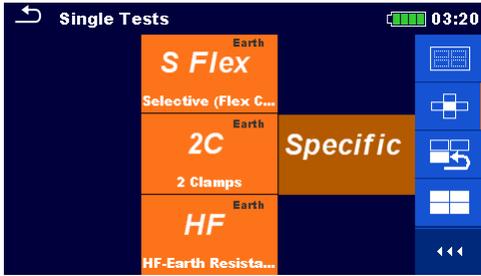
Les tests simples sont divisés en groupes de tests similaires.



Sélecteur croisé



Ce mode de sélection est le plus rapide pour travailler avec le clavier.
Des groupes de tests simples sont organisés en ligne.



Pour le groupe sélectionné, tous les tests simples sont affichés et facilement accessibles avec les touches haut/bas.

10.1.1 Ecrans de test simple

Dans les écrans Test simple, les résultats de mesure, les sous-résultats, les limites et les paramètres de la mesure sont affichés. En outre, les statuts en ligne, les avertissements et autres informations sont affichés.

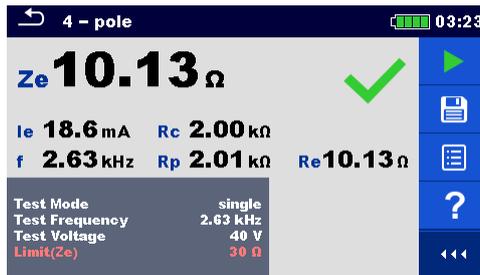


Image 10.1: Organisation d'un seul écran de test Exemple de mesure à 4 pôles

Organisation de l'écran de test simple:



Ligne principale:

- Touche ESC
- Nom de la fonction
- Statut de la batterie
- Horloge



Panneau de contrôle (options disponibles)



Paramètres (blanc) et limites (rouge)



Champ résultats:

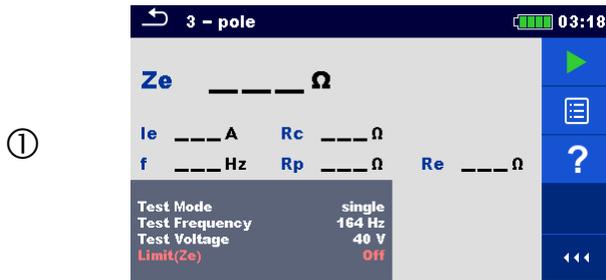
- Résultat(s) principal(aux)
- Sous-résultat(s)
- Indication réussite / échec
- Nombre d'écrans



Symboles d'avertissement et champ de message

10.1.2 Définir les paramètres et limites des tests simples

Procédure



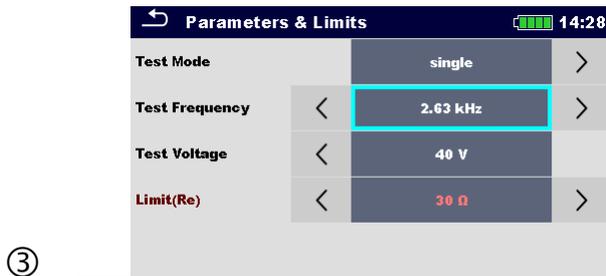
Sélectionner le test ou la mesure.

Le test est accessible depuis:

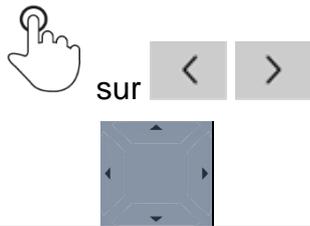
- Le menu des tests simples ou
- Le menu de l'organiseur de mémoire une fois que la mesure vide a été créée dans la structure sélectionnée.



Sélectionner Paramètres dans le panneau de contrôle.



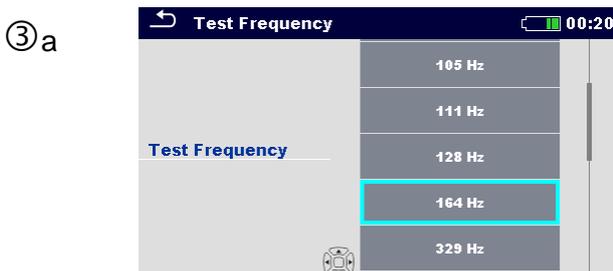
Sélectionner le paramètre à modifier ou la limite à définir.



Définir la valeur du paramètre ou de la limite.



Saisir la valeur du menu.

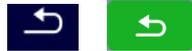


Définir la valeur du menu



Accepte une nouvelle valeur de paramètre ou de limite et sort du menu de définition de la valeur.

④



Accepte les nouveaux paramètres et valeurs limites.

10.1.3 Ecran de résultats de test simple



Image 10.2: Ecran de résultat d'un exemple de test simple de mesure à 4 pôles

Options (après la fin de la mesure)



Commence une nouvelle mesure.

Sauvegarde le résultat.

Une nouvelle mesure a été sélectionnée et démarrée à partir d'un objet Structure dans l'arborescence :

- La mesure sera sauvegardée dans l'objet de structure sélectionnée.

Une nouvelle mesure a été démarrée à partir du menu principal Test simple:

- La sauvegarde sous le dernier objet Structure sélectionné sera proposée par défaut. L'utilisateur peut sélectionner un autre objet Structure ou créer un nouvel objet Structure.



- En appuyant sur la touche  dans le menu de l'organisateur de mémoire, la mesure est sauvegardée sous l'endroit sélectionné.

Une mesure vide a été sélectionnée dans l'arborescence et débutée:

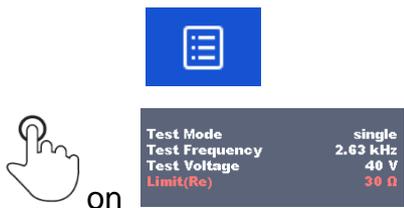
- le(s) résultat(s) sera (seront) ajouté(s) à la mesure. La mesure changera son statut de 'vide' à 'terminé'.

Une mesure déjà effectuée a été sélectionnée dans l'arborescence de la structure, visualisée puis redémarrée:

- Une nouvelle mesure sera sauvegardé sous l'objet de structure sélectionné.



Ouvre les écrans d'aide



Ouvre le menu pour modifier les paramètres et les limites des mesures sélectionnées. Se référer au chapitre **10.1.2 Définir les paramètres et limites des tests simples** pour plus d'informations sur comment modifier les paramètres et limites de mesure.



Accède au sélecteur croisé pour sélectionner le test ou la mesure.

10.1.4 Vue graphique

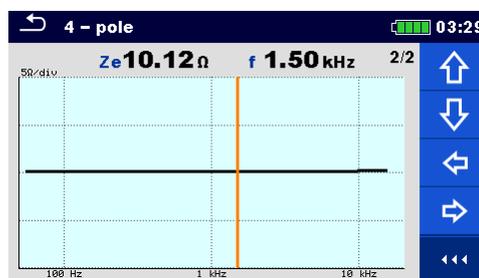
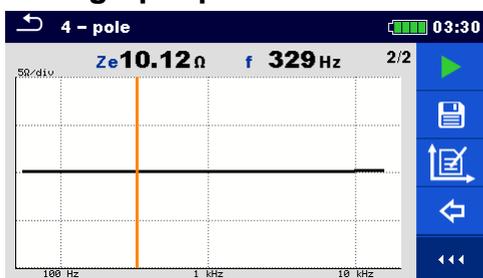


Image 10.3: Ecran de résultat graphique (exemple d'une mesure de balayage à 4 pôles)

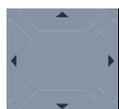
Options



Edition du tracé. Ouvre le panneau de contrôle pour éditer les graphiques.



Augmenter / diminuer le facteur d'échelle (axe des y).



Déplacer le curseur sur la valeur précédente / suivante (axe des x).



Sélectionner la position du curseur (axe des x).



Sortie de la modification des graphiques.

10.1.5 Ecran de résultats de rappel de test simple

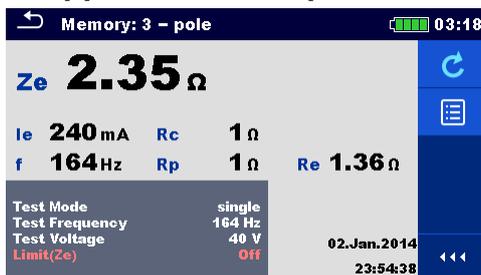


Image 10.4: Résultats rappelés de la mesure sélectionnée, exemple de mesure à 4 pôles, résultats rappelés.

Options



Retest

Entrer dans l'écran de démarrage pour une nouvelle mesure.



on



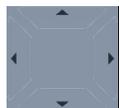
Ouvre le menu pour modifier les paramètres et les limites des mesures sélectionnées. Se référer au chapitre **10.1.2 Définir les paramètres et limites des tests simples** pour plus d'informations sur comment modifier les paramètres et limites de mesure.



Sélectionne l'écran de résultats précédent / suivant.



Sélectionne l'affichage des résultats à différentes fréquences de test (mode balayage).



10.1.6 Ecrans de test simple (Test Visuel)

Le test visuel peut être traité comme une classe spéciale de tests. Les éléments à contrôler visuellement sont affichés. En outre, les statuts en ligne et d'autres informations sont affichés.

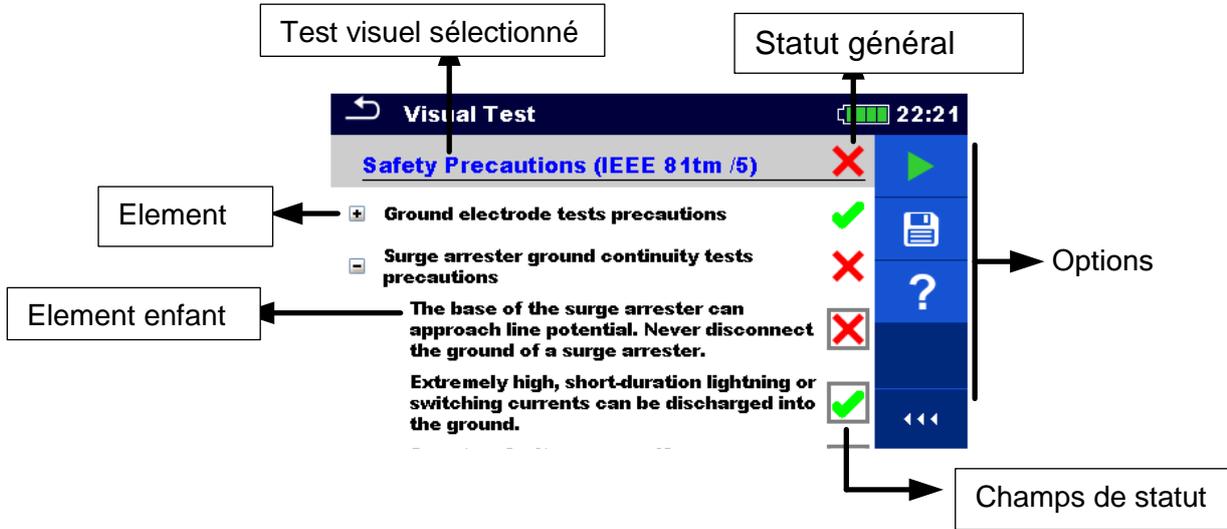


Image 10.5: Organisation de l'écran de test visuel

10.1.7 Ecran de début de test simple (Test Visuel)

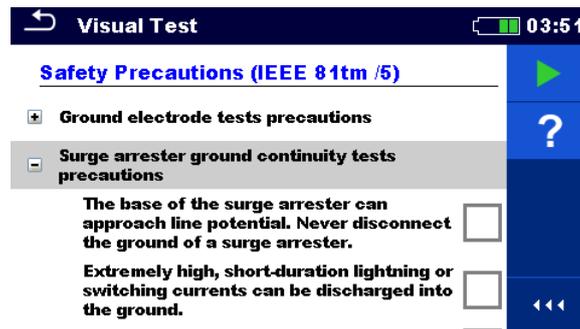


Image 10.6: Organisation de l'écran de test visuel

Options (avant le test visuel, l'écran s'ouvrait dans l'organiseur de mémoire ou dans le menu principal du test simple)



Début le test visuel



Ouvre les écrans d'aide.

10.1.8 Ecran de test simple pendant le test (Test Visuel)

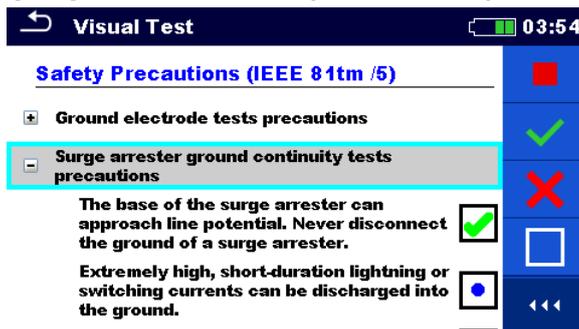


Image 10.7: Ecran de test visuel pendant le test

Options (pendant le test)

	Sélectionne l'élément
	Applique un état "réussite" à l'élément ou groupe d'éléments sélectionnés.
	Applique un état "échec" à l'élément ou au groupe d'éléments sélectionnés.
	Efface le statut dans l'élément ou le groupe d'éléments sélectionnés.
	Applique un statut dans lequel l'élément ou le groupe d'éléments a été coché.
	Un statut peut être appliqué.
	Passé à l'écran des résultats.

10.1.9 Ecran de résultats de test simple (test visuel)

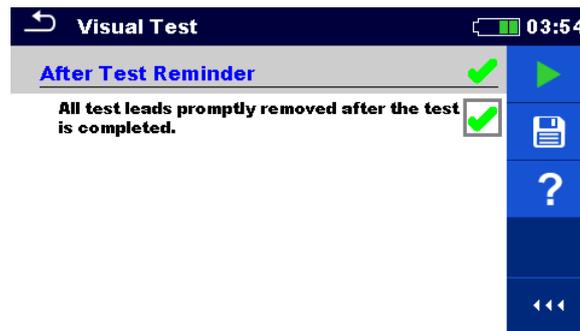


Image 10.8: Ecran de résultats de test visuel

Options (après la fin du test visuel)



Débuté un nouveau Test Visuel.

Sauvegarde le résultat.

Un nouveau test visuel a été sélectionné et démarré à partir d'un objet Structure dans l'arborescence :

- Le test visuel sera sauvegardé sous l'objet Structure sélectionné.

Un nouveau test visuel a été lancé à partir du menu principal du test simple:

- L'enregistrement sous le dernier objet Structure sélectionné sera proposé par défaut. L'utilisateur peut sélectionner un autre objet Structure ou créer un nouvel objet structure. En appuyant sur la



touche  dans le menu de l'organiseur de mémoire, le test visuel est sauvegardé à l'endroit sélectionné.

Un test visuel vide a été sélectionné dans l'arborescence et a démarré :

- Le(s) résultat(s) sera (seront) ajouté(s) au test visuel. Le test visuel changera son statut de "vide "à" terminé ".

Un test visuel déjà effectué a été sélectionné dans l'arborescence, visualisé puis redémarré :

- Une nouvelle mesure sera sauvegardée sous l'objet Structure sélectionné.

10.1.10 Ecran de mémoire de test simple (Test visuel)

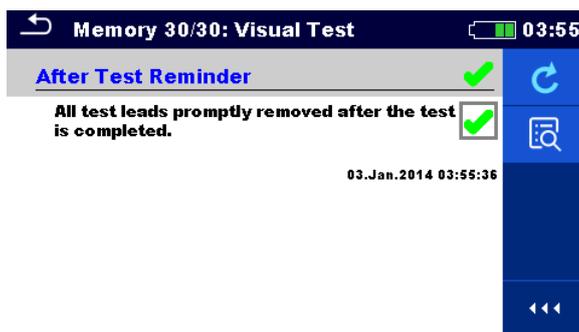


Image 10.9: Ecran de mémoire de test visuel

Options



Retest

Accède à l'écran de début de test et débute le nouveau test visuel.



Définir le curseur pour visualiser les données sur plusieurs pages.

11 Tests et mesures



11.1 Tests visuels

Les tests visuels sont utilisés comme guide pour maintenir les normes de sécurité avant les tests. Pour utiliser ces tests visuels, veuillez sélectionner VISUEL sous Tests simples. Des tests visuels sont préparés pour effectuer tous les contrôles de sécurité avant de commencer le test.

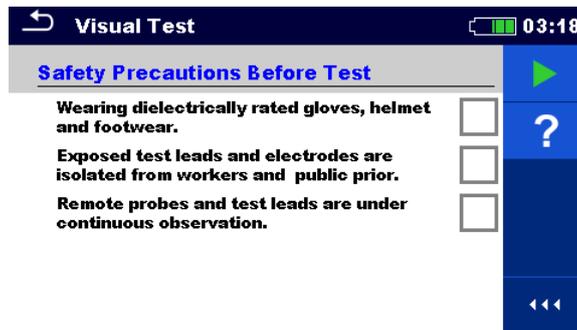


Image 11.1: Menu de test visuel

Options

	Réussite
	Echec
	Vide
	Vérifié

Prescriptions de sécurité avant le test

No.	Description	Valeurs
1	Porter des gants isolés, un casque et des chaussures de sécurité.	Réussite/Echec/Vide/Vérifié
2	Les fils de test exposés et les électrodes sont isolés des travailleurs et du public.	Réussite/Echec/Vide/Vérifié
3	Les sondes à distance et les cordons de test sont sous observation continue.	Réussite/Echec/Vide/Vérifié

Tableau 11.2: Test Visuel – Prescriptions de sécurité avant le test

Dangers de sécurité pendant le test

No.	Description	Valeurs
1	Éviter les extrémités non mises à la terre des câbles de test.	Réussite/Echec/Vide/Vérifié
2	Le parafoudre peut s'approcher du potentiel de la ligne.	Réussite/Echec/Vide/Vérifié
3	Ne jamais débrancher la terre.	Réussite/Echec/Vide/Vérifié
4	Des éclairs ou des courants de commutation peuvent être déchargés dans le sol.	Réussite/Echec/Vide/Vérifié
5	Un défaut du système peut survenir si un parafoudre tombe en panne pendant le test.	Réussite/Echec/Vide/Vérifié
6	Des risques peuvent survenir lors du débranchement des fils du neutre et	Réussite/Echec/Vide/Vérifié

	du blindage.	
7	Un danger peut survenir en raison du passage du courant à travers les fils de blindage interconnectés.	Réussite/Echec/Vide/Vérifié
8	Des tensions élevées peuvent survenir si les neutres sont déconnectés de l'équipement sous tension.	Réussite/Echec/Vide/Vérifié

Tableau 11.3: Test visuel- Dangers pendant le test

Rappel après le test

No.	Description	Values
1	Toutes les sondes de test sont rapidement retirées une fois le test terminé.	Réussite/Echec/Vide/Vérifié

Tableau 11.4: Test visuel- Rappel après le test

Prescriptions de sécurité (IEEE 81tm /5)

No.	Description	Valeurs
1	<p>L'électrode de terre teste les précautions à prendre.</p> <p>Réduction des risques associés à la manipulation des cordons d'essai en portant des gants et des chaussures isolées.</p> <ul style="list-style-type: none"> Les électrodes et les cordons de test exposés sont isolés des travailleurs et du grand public. Des périodes de test courtes sont assurées et tous les cordons de test sont rapidement retirés une fois le test terminé. Les sondes à distance et les cordons de test sont sous observation continue. Les extrémités non-mises à la terre des fils de test sont parallèles à une ligne sous tension atténuée par l'orientation physique des fils de test, la mise à la terre ou les deux. 	Réussite/Echec/Vide/Vérifié
2	<p>Précautions à prendre pour les tests de continuité de masse des parafoudres.</p> <ul style="list-style-type: none"> La base du parafoudre peut s'approcher du potentiel de la ligne. Ne jamais débrancher la masse d'un parafoudre. Des courants de foudre ou de commutation extrêmement élevés et de courte durée peuvent être déchargés dans le sol. Un défaut du système peut se produire si un parafoudre tombe en panne pendant le test. 	Réussite/Echec/Vide/Vérifié
3	<p>Procédures de test de mise à la terre du fil de neutre et du fil de blindage.</p> <ul style="list-style-type: none"> Le débranchement des fils de neutre et du blindage peut générer des tensions dangereuses. Des risques peuvent survenir, que la ligne soit sous tension ou non, en raison du passage du courant à travers les fils de blindage interconnectés. 	Réussite/Echec/Vide/Vérifié
4	<p>Précautions de test de mise à la terre du neutre de l'équipement.</p> <ul style="list-style-type: none"> Des tensions élevées peuvent se produire si les neutres sont déconnectés de l'équipement sous tension. 	Réussite/Echec/Vide/Vérifié

Tableau 11.5: Test Visuel- Prescriptions de sécurité (IEEE 81tm /5)

Procédure de test visuel:

<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Sélectionner la fonction visuel. <input type="checkbox"/> Débuter le test visuel. <input type="checkbox"/> Effectuer le test visuel. <input type="checkbox"/> Appliquer les critères appropriés aux éléments.

- Terminer le test visuel.
- Sauvegarder les résultats (optionnel).



Image 11.6: Exemples de résultats de Test Visuel

11.2 Mesures de Terre [Ze et Re]

Le résultat de la mesure de la terre est l'un des paramètres les plus importants pour la protection contre les chocs électriques. Les dispositifs de mise à la terre de l'installation principale, les systèmes d'éclairage, les mises à la terre locales, la résistivité du sol, etc. peuvent être vérifiés à l'aide du contrôleur de terre.

Le contrôleur de terre MI 3290 est capable d'effectuer des mesures de terre en utilisant différentes méthodes. L'opérateur choisit celui qui convient en fonction du système de mise à la terre à tester.

Terre		Mesures	Mode de test		Graphique	LF	HF	Filtre	Tension de test
Impédance	Résistance								
Ze	Re	2 – pôles	simple	balayage	Ze (f)	55 Hz	15 kHz	FFT	20/40 V
		3 – pôles	simple	balayage	Ze (f)	55 Hz	15 kHz	FFT	20/40 V
		4 – pôles	simple	balayage	Ze (f)	55 Hz	15 kHz	FFT	20/40 V
Zsel	/	Sélective (Pincas classiques)	simple	balayage	Zsel (f)	55 Hz	1,5 kHz	FFT	40 V
Ze		2 pinces	continu	/	/	82 Hz	329 Hz	FFT	40 V
Ze	Re	Résistance de terre HF (25 kHz)	simple	/	/	/	25 kHz	FFT	40 V
Ztot	/	Sélective (Pincas Flex 1 – 4)	Simple	Balayage	Ztot (f) Zsel1-4 (f)	55 Hz	1,5 kHz	FFT	40 V
	/	Passive (Pincas flex 1 – 4)	continu	/	/	45 Hz	150 Hz	FFT	/

Tableau 11.7: Mesures à la terre disponibles dans le MI 3290



11.2.1 Mesure 2 pôles

La mesure de deux pôles peut être utilisée s'il existe une borne auxiliaire bien mise à la terre (par ex. mise à la terre de la source / distribution par le conducteur neutre, conduite d'eau...). L'avantage principal de cette méthode est qu'aucune sonde de test n'est nécessaire pour le test. La méthode est rapide et relativement fiable par

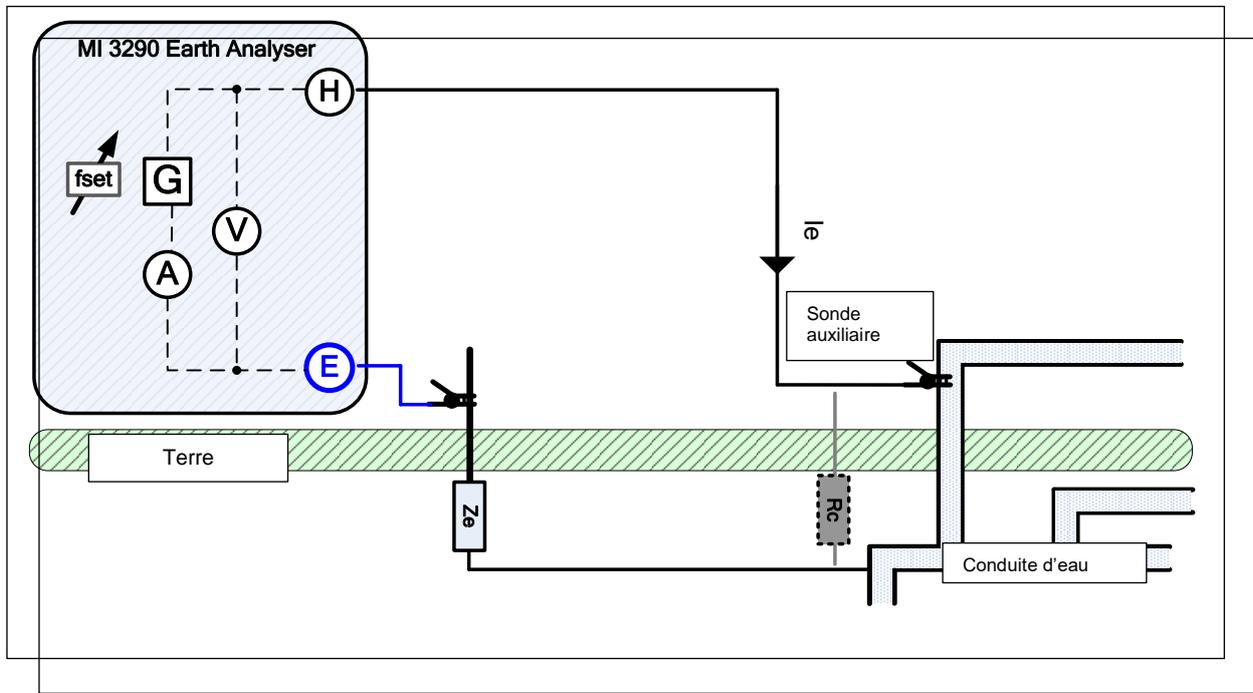


Image 11.8: Exemples de mesure à deux pôles

l'intermédiaire d'une sonde auxiliaire (H). L'impédance de la sonde auxiliaire (H) doit être aussi faible que possible afin d'injecter un courant d'essai élevé. L'impédance Rc peut être diminuée en utilisant plus de sondes en parallèle ou en utilisant un système auxiliaire de mise à la terre comme sonde auxiliaire. Un courant injecté plus élevé améliore l'immunité contre les faux courants de terre. L'impédance de terre Ze est déterminée à partir du rapport tension/courant. Habituellement, l'impédance Rc est beaucoup plus faible que Ze. Dans ce cas, le résultat peut être considéré comme Ze.

$$Z_e = \frac{U_{H-E} [V]}{I_e [A]} = [\Omega] \quad \text{où} \quad Z_e \gg R_c$$

- Ze Impédance de terre
- Re Résistance de terre (en excluant la réactance)
- Rc Impédance de la sonde de courant auxillaire (H)
- Ie Courant de test injecté
- UH-E Tension de test entre les bornes H et E
- fset Fréquence de Test

Se référer à l'Annexe C – Fonctionnalité et placement des sondes de test pour plus d'information sur le placement de la sonde auxiliaire de courant (H).

Le test peut être démarré à partir de la fenêtre de mesure à 2 pôles. Avant d'effectuer un test, les paramètres suivants (Mode Test, Tension de test, Fréquence de test, Distance et Limite (Ze)) peuvent être modifiés.

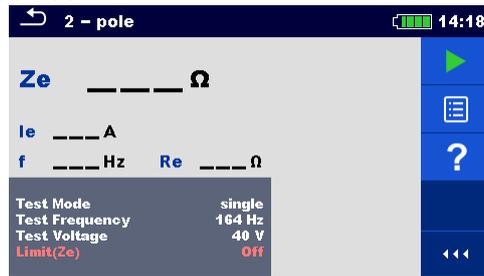


Image 11.9: Menu de mesure à deux pôles

Paramètres de test pour une mesure à 2 pôles:

Mode de Test	Définir le mode de test : [simple, balayage]
Fréquence de Test *	Définir la fréquence de test: [55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz, 329 Hz, 659 Hz, 1.31 kHz, 1.50 kHz, 2.63 kHz, 3.29 kHz, 6.59 kHz, 13.1 kHz, 15.0 kHz]
Tension de Test	Définir la tension de test : [20 V ou 40 V]
Distance (R)	Distance entre E et le piquet de terre auxiliaire H (définie par l'utilisateur).
Limite (Ze)	Sélection de la valeur limite: [OFF, 0.1 Ω – 5.00 kΩ]

*Mode test simple seulement.

Procédure de mesure à deux pôles:

- Sélectionner la fonction de mesure à deux pôles.
- Définir les paramètres de test (mode, tension, fréquence, distance et limite).
- Connecter les cordons de test à l'appareil et à l'objet à tester.
- Appuyer sur la touche Executer pour débuter la mesure.
- Attendre que le résultat du test s'affiche sur l'écran.
- Appuyer sur les touches fléchées pour basculer entre la vue du graphique et la vue du résultat (optionnel).
- Sauvegarder les résultats (optionnel).



Image 11.10: Exemple de résultat de mesure à deux pôles

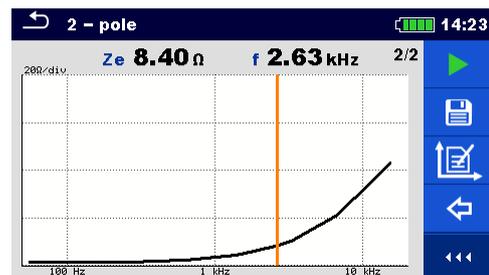


Image 11.11: Exemple de vue graphique de mesure à deux pôles

Notes:

- Prendre en consideration les avertissements affichés lorsque la mesure est débutée!
- Des courants de bruit élevés et des tensions à la terre peuvent influencer les résultats de mesure. Dans ce cas, le testeur affiche l'avertissement "bruit".
- Pour les mesures à haute fréquence, utiliser la borne de protection et le câble protégé (H).

Notes liées aux sondes:

- Une impédance haute de la sonde H peut influencer les résultats de mesure.
- Les sondes doivent être placées à une distance suffisante de l'objet testé.



11.2.2 Mesures à 3 Pôles

La mesure à 3 pôles est la méthode de test de mise à la terre standard. C'est le seul choix si aucune borne auxiliaire bien mise à la terre n'est disponible. La mesure s'effectue à l'aide de deux sondes de mise à la terre. L'inconvénient de l'utilisation de trois fils est que la résistance de la sonde E est ajoutée au résultat.

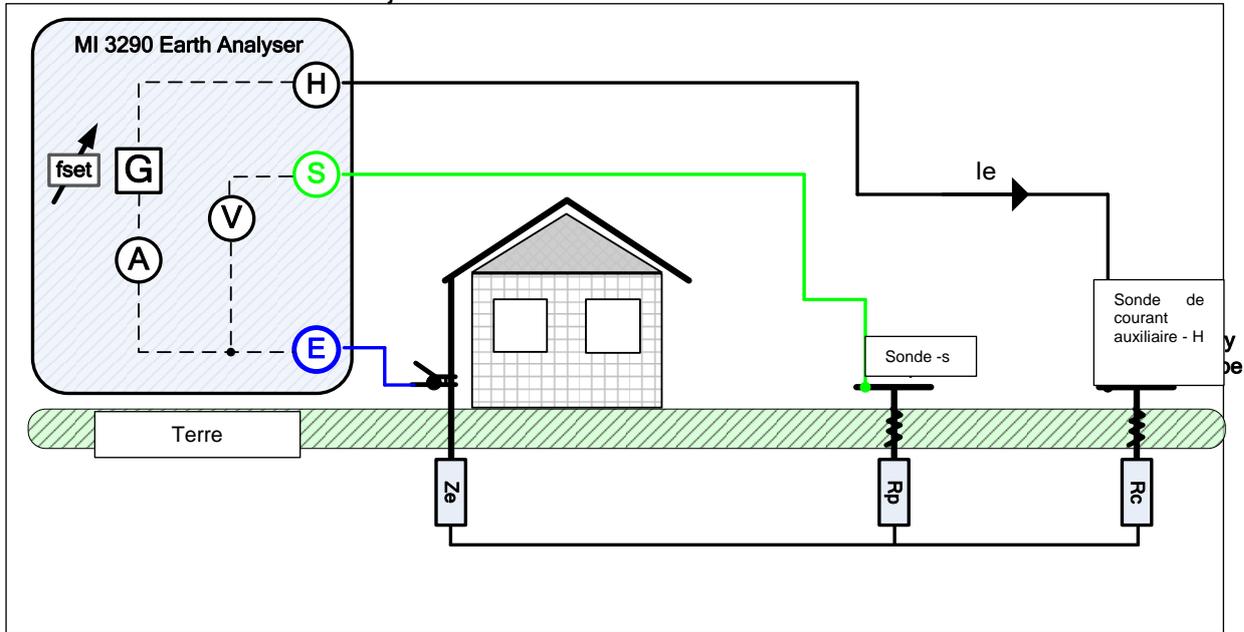


Figure 11.12: Exemple de mesure à 3 pôles

Pendant la mesure, un courant sinusoïdal I_e est injecté dans la terre par l'intermédiaire d'une sonde de courant auxiliaire (H). L'impédance de la sonde auxiliaire (H) doit être aussi faible que possible afin d'injecter un courant d'essai élevé. L'impédance R_c peut être diminuée en utilisant plus de sondes en parallèle. Un courant injecté plus élevé améliore l'immunité contre les faux courants de terre. La chute de tension est mesurée par la sonde de potentiel auxiliaire (S). L'impédance de terre Z_e est déterminée à partir du rapport tension / courant.

Dans l'exemple suivant, l'impédance de terre est mesurée à une fréquence définie:

$$Z_e = \frac{U_{S-E} [V]}{I_e [A]} = [\Omega]$$

où:

- Z_e Impédance de terre
- R_e Résistance de terre (sauf la réactance)
- R_c Impédance de la sonde de courant auxiliaire (H)
- R_p Impédance de la sonde de potentiel auxiliaire (S)
- I_e Courant de test injecté
- U_{S-E} Tension de test entre les bornes S et E
- f_{set} Fréquence de Test

Se référer à l'Annexe C – Fonctionnalité et placement des sondes de test pour plus d'informations sur le placement de la sonde de courant auxiliaire (H) et la sonde de potentiel (S).

Des courants de bruit élevés et des tensions à la terre peuvent influencer les résultats de mesure. Avant d'effectuer un test, les paramètres suivants (Mode Test, Tension de test, Fréquence de test, Distance et Limite (Ze)) peuvent être modifiés.

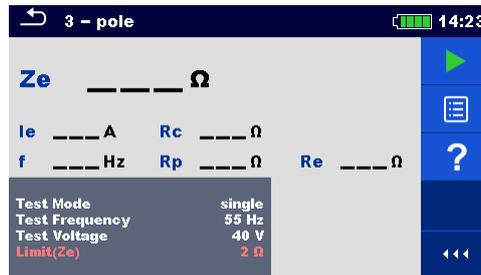


Image 11.13: Menu de mesure à 3 pôles

Paramètres de test pour une mesure à 3 – pôles:

Mode de Test	Définir le mode de test: [simple, balayage]
Fréquence de test*	Définir la fréquence de test: [55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz, 329 Hz, 659 Hz, 1.31 kHz, 1.50 kHz, 2.63 kHz, 3.29 kHz, 6.59 kHz, 13.1 kHz, 15.0 kHz]
Tension de test	Définir la tension de test: [20 V ou 40 V]
Distance (r)	Distance entre les sondes E et S (définie par l'utilisateur).
Distance (R)	Distance entre E et le piquet de terre auxiliaire H (définie par l'utilisateur).
Limite (Ze)	Sélection de la valeur limite: [OFF, 0.1 Ω – 5.00 kΩ]

*mode test simple seulement.

Procédure de mesure à 3-pôles:

- Sélectionner la fonction de mesure à 3-pôles.
- Définir les paramètres de test (mode, tension, fréquence, distance et limite).
- Connecter les cordons de test à l'appareil et à l'objet à tester.
- Appuyer sur la touche Exécuter pour débuter la mesure
- Attendre que le résultat du test soit affiché à l'écran.
- Appuyer sur les touches fléchées pour basculer entre la vue graphique et la vue du résultat (optionnel).
- Sauvegarder les résultats (optionnel).



Image 11.14: Exemple de résultat de mesure à 3 pôles

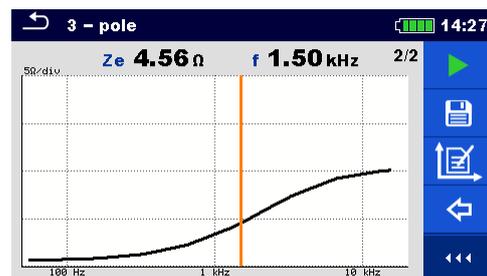


Image 11.15: Exemple de vue graphique d'une mesure à 3 pôles

Notes:

- Tenir compte des avertissements affichés au début de la mesure !
- Des courants de bruit élevés et des tensions à la terre peuvent influencer les résultats de mesure. Dans ce cas, le testeur affiche l'avertissement "bruit".
- Pour les mesures à haute fréquence, utiliser la borne de protection et le câble blindé (H).

Notes (Sondes):

- Une impédance élevée des sondes S et H pourrait influencer les résultats de mesure. Dans ce cas, les avertissements "Rp" et "Rc" sont affichés. Il n'y a pas d'indication de réussite / échec dans ce cas. Les sondes doivent être placées à une distance suffisante de l'objet mesuré.



11.2.3 Mesure à 4 – pôles

L'avantage de l'utilisation du test à 4 pôles est que les cordons et les résistances de contact entre la borne de mesure E et l'élément testé n'influencent pas la mesure.

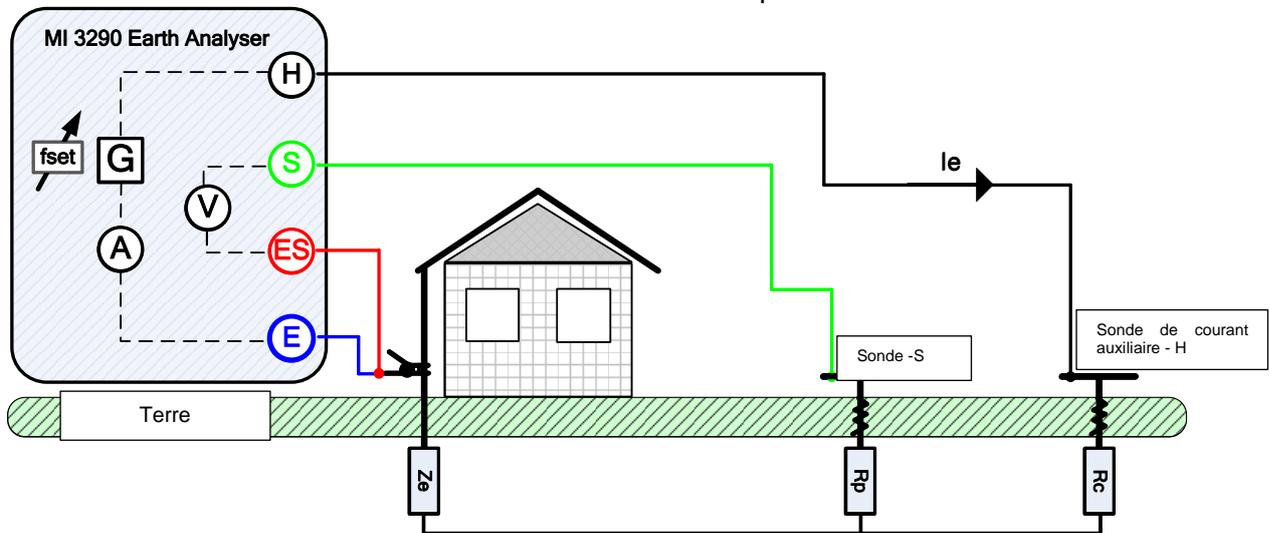


Image 11.16: Exemple de mesure à 4 – pôles

Pendant la mesure, un courant sinusoïdal I_e est injecté dans la terre par l'intermédiaire d'une sonde de courant auxiliaire (H). L'impédance de la sonde auxiliaire (H) doit être aussi faible que possible afin d'injecter un courant d'essai élevé. L'impédance R_c peut être diminuée en utilisant plus de sondes en parallèle. Un courant injecté plus élevé améliore l'immunité contre les faux courants de terre. La chute de tension différentielle est mesurée par la sonde de potentiel auxiliaire (S) et la borne (ES). L'impédance de terre Z_e est déterminée à partir du rapport tension / courant.

Dans l'exemple suivant, l'impédance de terre est mesurée:

$$Z_e = \frac{U_{S-ES} [V]}{I_e [A]} = [\Omega]$$

où:

- Z_e Impédance de terre
- R_e Résistance de terre (sauf la réactance)
- R_c Impédance de la sonde de courant auxiliaire (H)
- R_p Impédance de la sonde de potentiel auxiliaire (S)
- I_e Courant de test injecté
- U_{S-ES} Tension de test entre les bornes S et ES
- f_{set} Fréquence de Test

Se référer à l' **Annexe C – Fonctionnalité et placement des sondes de test** pour plus d'informations sur le placement de la sonde de courant de terre auxiliaire (H) et la sonde de potentielle (S).

Le test peut être démarré à partir de la fenêtre de mesure à 4 pôles. Avant d'effectuer un test, les paramètres suivants (Mode Test, Tension de test, Fréquence de test, Distance et Limite (Ze) peuvent être modifiés.

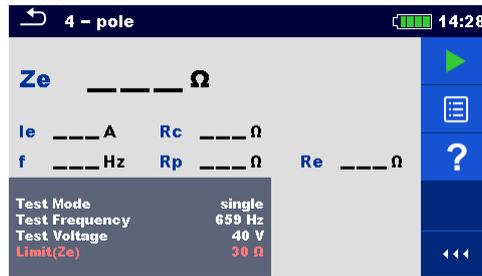


Image 11.17: Menu de mesure 4 - pôles

Paramètres de test 4 – pôles:

Mode de test	Définir le mode de test : [simple, balayage]
Fréquence de test*	Définir la fréquence de test : [55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz, 329 Hz, 659 Hz, 1.31 kHz, 1.50 kHz, 2.63 kHz, 3.29 kHz, 6.59 kHz, 13.1 kHz, 15.0 kHz]
Tension de test	Définir la tension de test: [20 V ou 40 V]
Distance (r)	Distance entre les sondes E et S (définie par l'utilisateur).
Distance (R)	Distance entre E et le piquet de terre auxiliaire H (définie par l'utilisateur).
Limite (Ze)	Sélection de la valeur limite: [OFF, 0.1 Ω – 5.00 kΩ]

*mode test simple seulement.

Procédure de mesure 4-pôles:

- Sélectionner la fonction mesure 4 pôles.
- Définir les paramètres de test (mode, tension, fréquence, distance et limite).
- Connecter les cordons de test à l'appareil et à l'objet à tester.
- Appuyer sur la touche Exécuter pour débuter la mesure.
- Attendre jusqu'à ce que le résultat de test soit affiché à l'écran
- Appuyer sur les touches fléchées pour naviguer entre la vue graphique et la vue résultat (optionnel).
- Sauvegarder les résultats (optionnel).

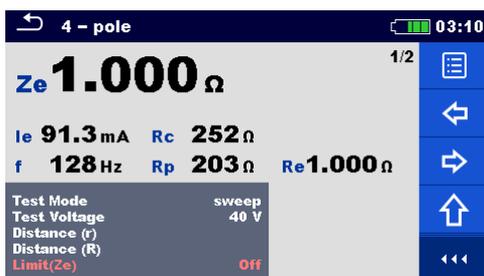


Image 11.18: Exemple de résultat de mesure 4-pôles

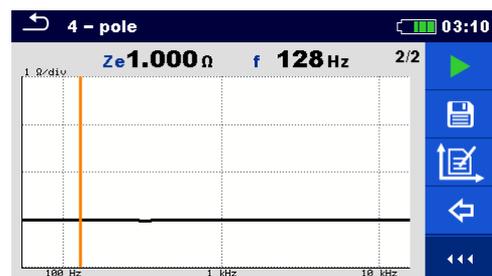


Image 11.19: Exemple de vue graphique d'une mesure 4-pôles

Notes:

- ❑ Tenir compte des avertissements affichés au début de la mesure !
- ❑ Des courants de bruit élevés et des tensions à la terre peuvent influencer les résultats de mesure. Dans ce cas, le testeur affiche l'avertissement "bruit".
- ❑ Pour les mesures à haute fréquence, utiliser la borne de protection et le câble blindé (H).

Notes (Sondes) :

- ❑ Une impédance élevée des sondes S et H pourrait influencer les résultats de mesure. Dans ce cas, les avertissements "Rp" et "Rc" sont affichés. Il n'y a pas d'indication de réussite / échec dans ce cas. Les sondes doivent être placées à une distance suffisante de l'objet mesuré.



❑ **Mesure sélective (Pince classique)**

Cette mesure est applicable pour mesurer les résistances de terre sélectives des différents points de mise à la terre d'un système. Les barres de mise à la terre n'ont pas besoin d'être déconnectées pendant la mesure. Un câblage à 4 pôles est utilisé pour cette mesure.

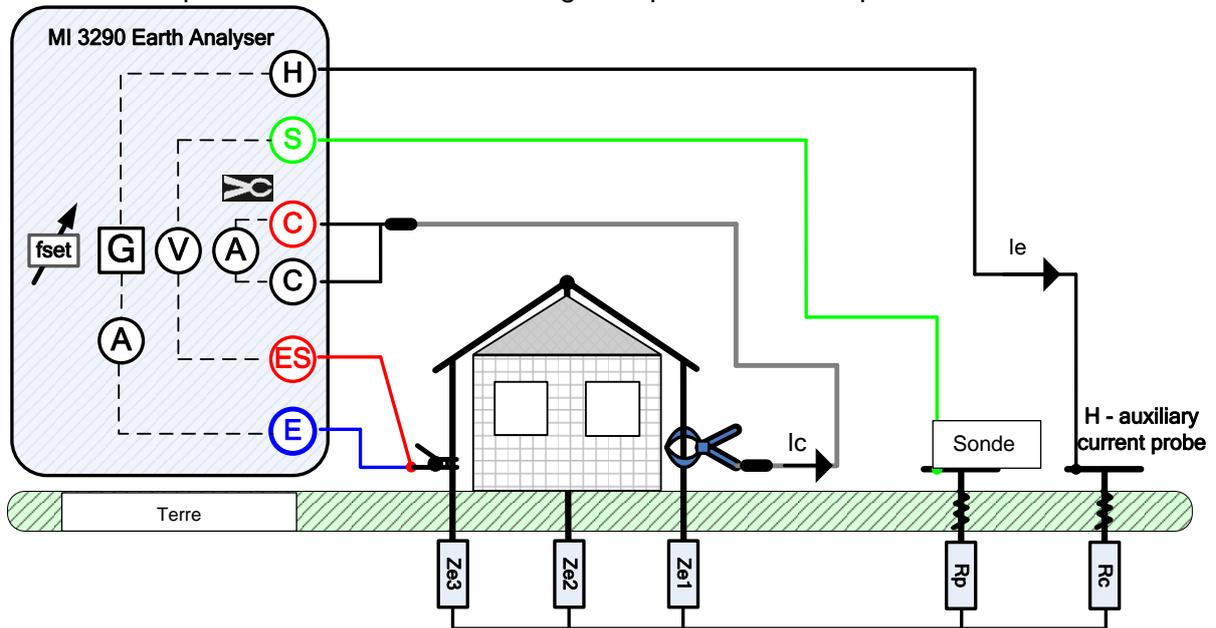


Image 11.20: Exemple de mesure sélective (Pince classique)

l'intermédiaire d'une sonde de courant auxiliaire (H). L'impédance de la sonde auxiliaire (H) doit être aussi faible que possible afin d'injecter un courant d'essai élevé. L'impédance Rc peut être diminuée en utilisant plus de sondes en parallèle. Un courant injecté plus élevé améliore l'immunité contre les faux courants de terre. La chute de tension est mesurée par la sonde de potentiel auxiliaire (S) et la borne (ES). Le courant sélectif Ic est mesuré par l'électrode de terre (Ze1) sélectionnée par l'utilisateur. L'impédance de terre Zsel sélectionnée est déterminée à partir du rapport tension / courant (pince de courant externe - Ic).

Selon l'exemple, l'impédance de terre sélective (individuelle) est mesurée:

$$Z_{sel} = \frac{U_{S-ES} [V]}{I_c [A] * N} = \frac{U_{S-ES} [V]}{I_{Ze1} [A]} = [\Omega] \quad I_c = \frac{Z_{e1} \parallel Z_{e2} \parallel Z_{e3}}{Z_{e1}} * I_e = [A]$$

où:

- Zsel Impédance de terre sélectionnée
- Ze1-3 Impédance de terre
- Rc Impédance de la sonde de courant auxiliaire (H)
- Rp Impédance de la sonde de potentiel auxiliaire (S)
- Ie Courant de test injecté
- Ic Courant mesuré avec la pince classique
- US-ES Tension de test entre les bornes S et ES
- N Ratio de rotation des pinces de courant (selon le modèle)
- fset Fréquence de test

Se référer à l'**Annexe C – Fonctionnalité et placement des sondes de test** pour plus d'informations sur le placement de la sonde de courant de terre auxiliaire (H) et la sonde de potentiel(S).

Le test peut être démarré à partir de la fenêtre de mesure sélective (Pince classique). Avant d'effectuer un test, les paramètres suivants (Mode Test, Type de pince, Fréquence de test, Distance et Limite (Zsel) peuvent être modifiés.

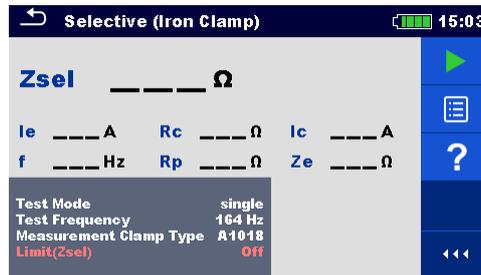


Image 11.21: Menu de mesure sélective (Pince classique)

Paramètres de test sélectif (Pince classique):

Mode de Test	Définir le mode de test: [simple, balayage]
Fréquence de Test *	Définir la fréquence de test: [55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz, 329 Hz, 659 Hz, 1.31 kHz, 1.50 kHz]
Type de pince	Définir le type de pince: [A1018]
Distance (r)	Distance entre les sondes E et S (définie par l'utilisateur).
Distance (R)	Distance entre E et le piquet de terre auxiliaire H (définie par l'utilisateur).
Limite (Zsel)	Sélection de la valeur limite: [OFF, 0.1 Ω – 5.00 kΩ]

*mode test simple seulement.

Procédure de mesure sélective (pince classique):

- Sélectionner la fonction mesure sélective (pince classique).
- Définir les paramètres de test (mode, type de pince, fréquence, distance et limite).
- Connecter les cordons de test et la pince à l'appareil et à l'objet à tester
- Appuyer sur la touche Exécuter pour débiter la mesure.
- Attendre que le résultat de test s'affiche à l'écran.
- Appuyer sur les touches fléchées pour naviguer entre la vue graphique et la vue de résultat (optionnel).
- Sauvegarder les résultats (optionnel).

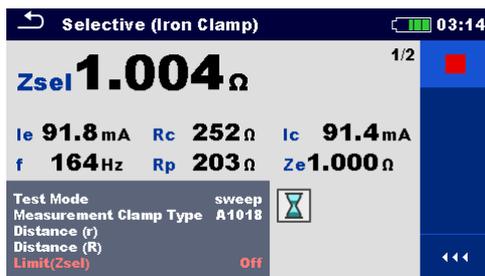


Image 11.22: Exemple de résultat de mesure sélective (pince classique)



Image 11.23: Exemple de vue graphique d'une mesure sélective (pince classique)

Notes:

- Prendre en considération les avertissements lors du début de la mesure!
- Des courants de bruit élevés et des tensions à la terre peuvent influencer les résultats de mesure. Dans ce cas, le testeur affiche l'avertissement "bruit".
- Pour les mesures à haute fréquence, utiliser la borne de protection et le câble blindé (H).

Notes (Sondes):

- Une impédance élevée des sondes S et H pourrait influencer les résultats de mesure. Dans ce cas, les avertissements "Rp" et "Rc" sont affichés. Il n'y a pas d'indication de réussite / échec dans ce cas.
- Les sondes doivent être placées à une distance suffisante de l'objet mesuré.



11.2.4 2 Mesure avec pinces

Ce système de mesure est utilisé pour mesurer les impédances de terre des piquets de mise à la terre, des câbles, des connexions sous terre, etc. La méthode de mesure a besoin d'une boucle fermée pour pouvoir générer des courants de test. Il est particulièrement adapté à une utilisation dans les zones urbaines car il n'y a généralement pas la possibilité de placer les sondes de test.

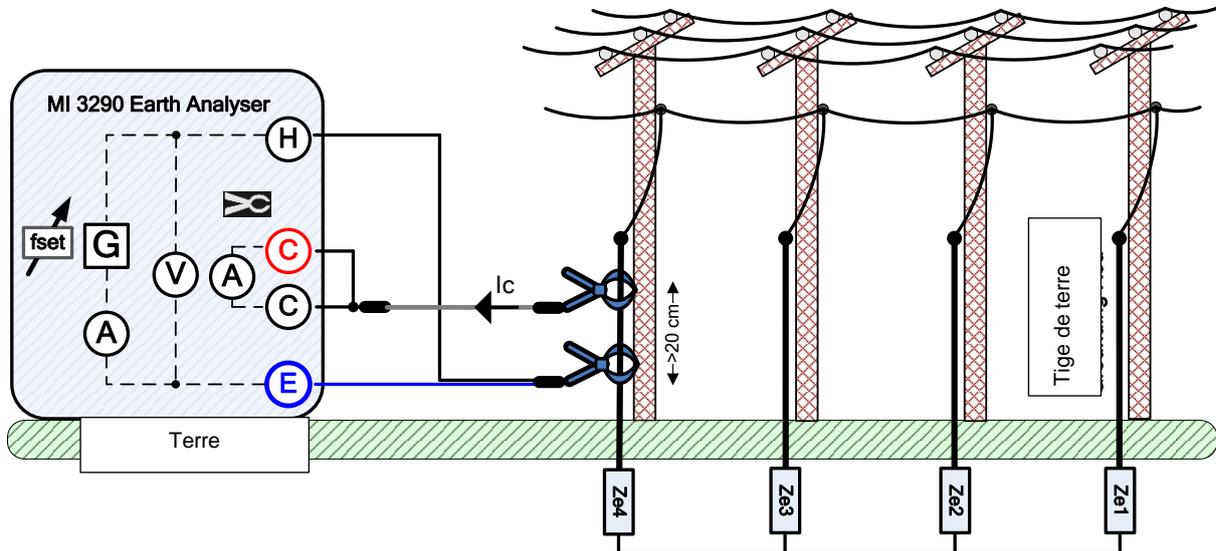


Image 11.24: Exemple avec 2 pinces

Une pince (générateur) injecte une tension dans le système de mise à la terre. La tension injectée génère un courant de test dans la boucle. Si l'impédance de terre totale de la boucle de terre des électrodes Ze1, Ze2, Ze3 et Ze4 connectées en parallèle est bien inférieure à l'impédance de l'électrode testée Ze4, alors le résultat peut être considéré comme Ze4. D'autres impédances individuelles peuvent être mesurées en enserrant d'autres électrodes de terre avec les pinces de courant.

Selon l'exemple, l'impédance de terre est mesurée :

$$Z_{e4} + (Z_{e1} \parallel Z_{e2} \parallel Z_{e3}) = \frac{U_{H-E} [V] * \frac{1}{N}}{I_c [A]} = [\Omega]$$

où:

- Ze1-e4 Impédance de Terre
- Ic Courant mesuré avec la pince classique
- U_{H-E} Tension de test entre les bornes H et E
- N Rapport de transformation des pinces du conducteur (générateur)
- (selon le modèle de pince)
- f_{set} Fréquence de test

Note:

Le test de résistance de terre avec deux pinces est parfois appelé "test de résistance de boucle".

Le test peut être démarré à partir de la fenêtre de mesure à 2 Pincés. Avant d'effectuer un test, les paramètres suivants (Type de pince de mesure, Fréquence de test, Type de pince génératrice et Limite (Ze) peuvent être édités.



Image 11.25: Menu de mesure à 2 pincés

Paramètre de test à 2 pincés:

Type de pince de mesure	Définir le type de pincés de mesure [A1018]
Fréquence de test	Définir la fréquence de test: [82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz, 329 Hz]
Type de pincés génératrice	Définir le type de pincés génératrice : [A1019]
Limite (Ze)	Sélection de la valeur limite [OFF, 0.1 Ω – 40 Ω]

Procédure de mesure à deux pincés:

- Sélectionner la fonction de mesure à deux pincés.
- Définir les paramètres de test (type de pincés, fréquence et limite).
- Connecter les pincés à l'appareil et à l'objet testé.
- Appuyer sur la touche Run (exécuter) pour débuter la mesure.
- Attendre que le résultat de test soit affiché à l'écran.
- Appuyer à nouveau sur la touche Run pour arrêter la mesure.
- Sauvegarder les résultats (optionnel).



Image 11.26: Exemple de résultat de mesure à deux pincés

Notes:

- Prendre en considération les avertissements affichés au début de la mesure !
- Des courants de bruit élevés et des tensions de terre peuvent influencer les résultats de mesure. Dans ce cas, le testeur affiche l'avertissement "bruit".



11.2.5 Mesure de résistance de terre HF (25 kHz)

La méthode de mesure à haute fréquence offre l'avantage d'éliminer l'influence des mises à la terre des tours adjacentes reliées par un fil de terre aérien (compensation automatique des composants inductifs). Un câblage à 3 pôles est utilisé pour cette mesure.

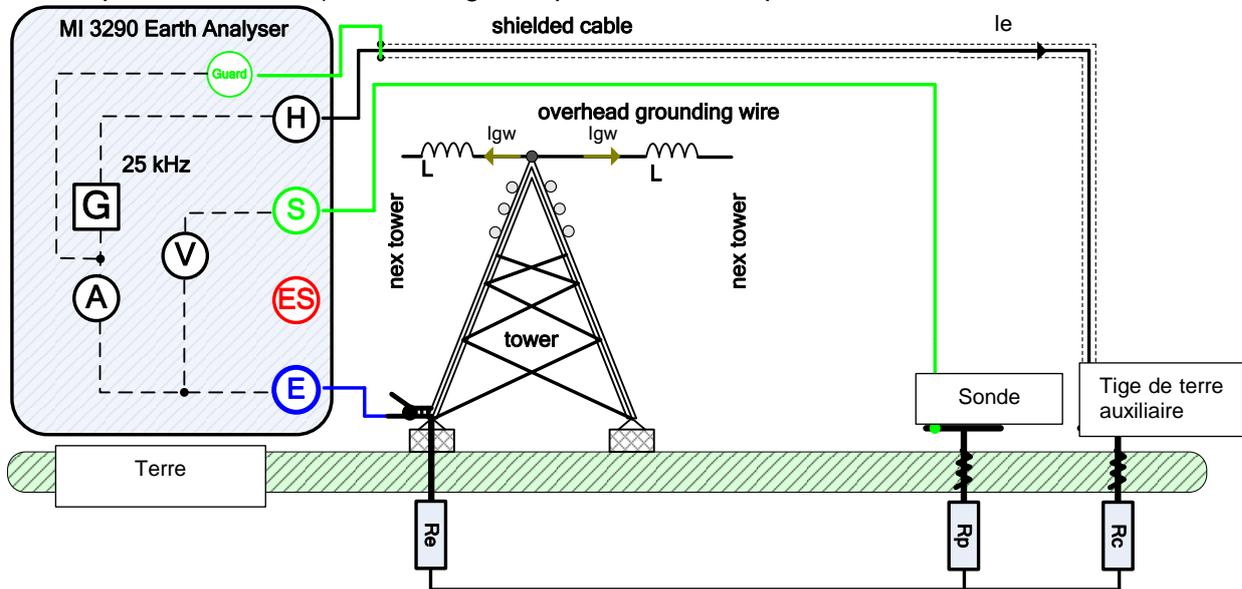


Image 11.27: Exemple de Résistance de Terre HF (25 kHz)

Pendant la mesure, un courant sinusoïdal (25 kHz) est injecté dans la terre par l'intermédiaire d'une sonde auxiliaire (H). L'impédance de la sonde auxiliaire (H) doit être aussi faible que possible afin d'injecter un courant d'essai élevé. L'impédance Rc peut être diminuée en utilisant plus de sondes en parallèle. Un courant injecté plus élevé améliore l'immunité contre les faux courants de terre. La chute de tension est mesurée par la sonde de potentiel auxiliaire (S). La résistance de terre Re est déterminée à partir du rapport tension / courant. Dans l'exemple suivant, la résistance de terre est mesurée :

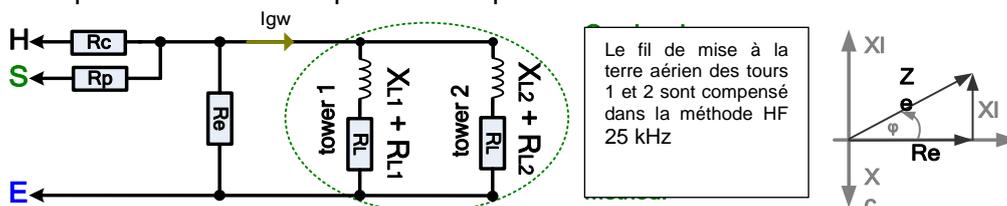
$$R_e = \frac{U_{S-E} [V]}{I_e [A]} = [\Omega]$$

où:

- Re Résistance de Terre (sauf la réactance)
- Ze Impédance de Terre
- Rc Impédance de la sonde de courant auxiliaire (H)
- Rp Impédance de la sonde de potentiel auxiliaire (S)
- Ie Courant de test injecté
- US-E Tension de Test entre les bornes S et E
- Igw Courant du fil de mise à la terre aérien

Note:

- Compensation automatique des composants inductives.



Le fil de mise à la terre aérien des tours 1 et 2 sont compensé dans la méthode HF 25 kHz

Image 11.28: Méthode de compensation en HF (25 kHz)

- Inductance typique du fil de terre dans les lignes électriques 0,2 mH - 200 mH.

Le test peut être démarré à partir de la fenêtre de mesure de la résistance de terre HF (25 kHz). Avant d'effectuer un test, les paramètres suivants : Distance et Limite (Re) peuvent être modifiés.

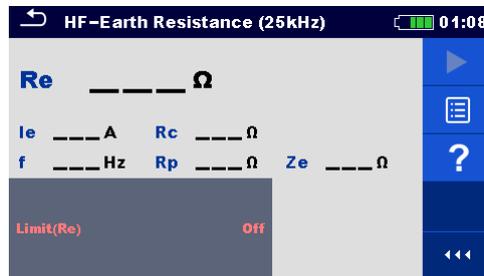


Image 11.29: Menu de mesure de résistance de terre HF (25 kHz)

Paramètres de test de résistance de terre HF (25 kHz):

Distance (r)	Distance entre les sondes E et S (définie par l'utilisateur).
Distance (R)	Distance entre E et la tige de terre auxiliaire H (définie par l'utilisateur).
Limit (Re)	Sélectionner la valeur limite [OFF, 1 Ω – 100 Ω]

Procédure de mesure de résistance de terre HF (25 kHz) :

- Sélectionner la fonction Mesure de résistance de terre HF- (25 kHz).
- Définir les paramètres de test (distance, limite).
- Connecter les cordons de test à l'appareil et à l'objet à tester.
Utiliser un câble isolé (H) avec un raccord de protection.
- Appuyer sur la touche Run pour débiter la mesure.
- Attendre que le résultat du test soit affiché à l'écran.
- Sauvegarder les résultats (optionnel).

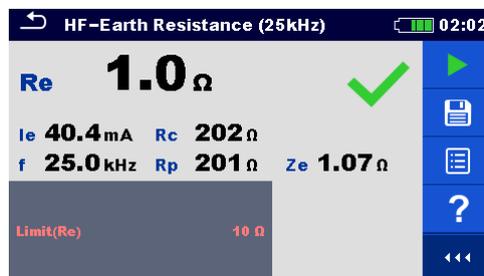


Image 11.30: Exemple de résultat de mesure de résistance de terre HF (25 kHz)

Notes :

- Prendre en considération les avertissements affichés lors du début de la mesure !
- Des courants de bruit élevés et des tensions de terre peuvent influencer les résultats de mesure. Dans ce cas, le testeur affiche l'avertissement "bruit".

Notes (Sondes) :

- Une impédance élevée des sondes S et H pourrait influencer les résultats de mesure. Dans ce cas, les avertissements "Rp" et "Rc" sont affichés. Il n'y a pas d'indication de réussite / échec dans ce cas.
- Les sondes doivent être placées à une distance suffisante de l'objet mesuré.



11.2.6 Mesure sélective (Pincas Flex 1 - 4)

Cette mesure est applicable pour mesurer les résistances de terre sélectives des différents points de mise à la terre d'un système de terre. Les barrettes de mise à la terre n'ont pas besoin d'être déconnectées pendant la mesure. Un câblage à 4 pôles est utilisé pour cette mesure.

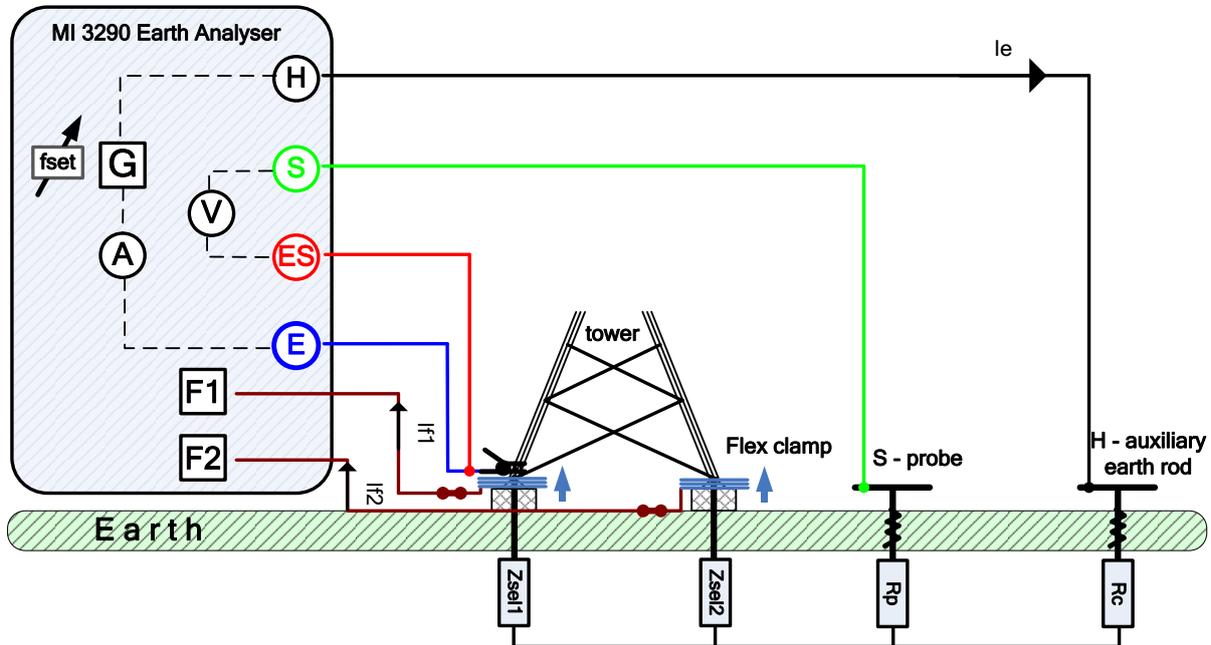


Image 11.31: Exemple de mesure sélective (Pincas Flex 1-4) exemple

Pendant la mesure, un courant sinusoïdal est injecté dans la terre par l'intermédiaire d'une sonde auxiliaire (H). L'impédance de la sonde auxiliaire (H) doit être aussi faible que possible afin d'injecter un courant d'essai élevé. L'impédance Rc peut être diminuée en utilisant plus de sondes en parallèle. Un courant injecté plus élevé améliore l'immunité contre les faux courants de terre. La chute de tension est mesurée par la sonde de potentiel auxiliaire (S) et la borne (ES). Les courants sélectifs If1-4 sont mesurés par les électrodes de mise à la terre Zsel1-4 sélectionnées par l'utilisateur. L'impédance de terre Zsel1-4 est déterminée à partir du rapport tension / courant (pince de courant externe - If1-4).

L'impédance de terre totale est mesurée :

$$\frac{1}{Z_{tot}} = \sum_{i=1}^4 \frac{1}{Z_{sel_i}} = \left[\frac{1}{\Omega} \right] \quad Z_{sel_i} = \frac{U_{S-ES} [V]}{I_{f_i}} = [\Omega] \quad \text{où: } i = [1..4]$$

où:

- Z_{tot} Impédance de terre totale sélectionnée
- Z_{sel1-4} Impédance de terre sélectionnée
- R_c Impédance de la sonde de courant auxiliaire (H)
- R_p Impédance de la sonde de potentiel auxiliaire (S)
- I_e Courant de test injecté
- I_{f1-4} Courant mesurée avec les pincas Flex
- U_{S-ES} Tension de test entre les bornes S et ES
- f_{set} Fréquence de Test

Se référer à l'Annexe C – Fonctionnalité et placement des sondes de test pour plus d'informations sur le placement de la sonde de courant auxiliaire (H) et de la sonde de potentiel (S).

Le test peut être démarré à partir de la fenêtre de mesure Selective (Pincas Flex 1-4). Avant d'effectuer un test, les paramètres suivants (Mode Test, Fréquence de test, Nombre de tours F1 - F4, Distance et Limite (Ztot) peuvent être modifiés.

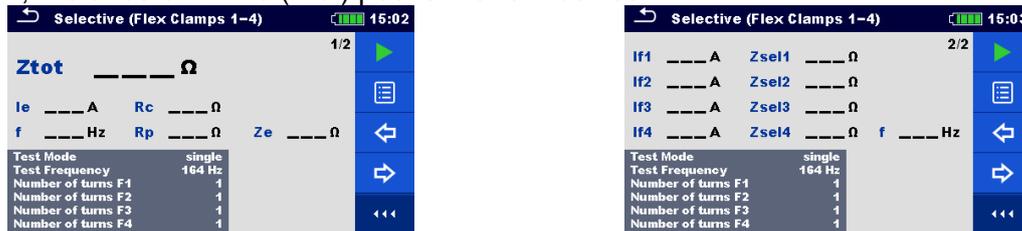


Image 11.32: Menu de mesure sélective (Pincas Flex 1-4)

Paramètres de mesure sélective (Pincas Flex 1-4) :

Mode de Test	Définir le mode de test: [unique, balayage].
Fréquence de Test*	Définir la fréquence de test : [55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz, 329 Hz, 659 Hz, 1.31 kHz, 1.50 kHz]
Nombre de tours F1	Définir le nombre de tours pour la pince Flex 1 : [1, 2, 3, 4, 5, 6]
Nombre de tours F2	Définir le nombre de tours pour la pince Flex 2 : [1, 2, 3, 4, 5, 6]
Nombre de tours F3	Définir le nombre de tours pour la pince Flex 3 : [1, 2, 3, 4, 5, 6]
Nombre de tours F4	Définir le nombre de tours pour la pince Flex 4 : [1, 2, 3, 4, 5, 6]
Distance (r)	Distance entre E et la sonde S (définie par l'utilisateur).
Distance (R)	Distance entre E et la tige de terre auxiliaire H (définie par l'utilisateur).
Limite (Ztot)	Sélection de la valeur limite: [OFF, 0.1 Ω – 5.00 kΩ]

*mode de test unique seulement.

Procédure de mesure sélective (Pincas Flex 1-4):

- Sélectionner la fonction de mesure sélective (Pincas Flex 1-4).
- Définir les paramètres de test (mode, fréquence, nombre de tours et limite).
- Connecter les cordons de test et les pincas flex à l'appareil et à l'objet à tester.
- Appuyer sur la touche Run pour débiter la mesure.
- Attendre que le résultat du test s'affiche à l'écran.
- Appuyez sur les touches de curseur pour basculer entre la vue graphique et les vues de résultats multiples.
- Sauvegarder les résultats (optionnel).



Image 11.33: Exemple de résultats de mesure sélective (Pincas Flex 1-4) - Ztot



Image 11.34: Exemple de résultats de mesure sélective (Pincas Flex 1-4) - Zsel1-4

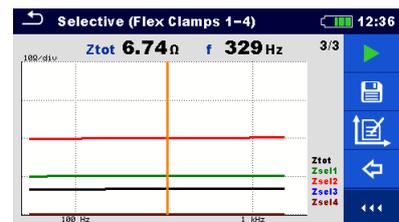


Image 11.35: Exemple de vue graphique de mesure sélective (Pincas Flex 1-4)

Notes :

- Prendre en considération les avertissements affichés lors du début de la mesure!
- Des courants de bruit élevés et des tensions à la terre peuvent influencer les résultats de mesure. Dans ce cas, le testeur affiche l'avertissement "bruit".
- Pour les mesures à haute fréquence, utiliser la borne de protection et le câble blindé (H).

Notes (Sondes) :

- Une impédance élevée des sondes S et H pourrait influencer les résultats de mesure. Dans ce cas, les avertissements "Rp" et "Rc" sont affichés.
- Les sondes doivent être placées à une distance suffisante de l'objet mesuré.

Notes (Pincas Flex) :

- ❑ Si vous n'utilisez qu'une, deux ou trois pincas flex, connectez toujours une pince à la borne F1 (port de synchronisation).
- ❑ Veillez à ce que la flèche marquée sur les pincas pointe dans le sens du courant pour une mesure correcte.

- ❑ S'assurer que le nombre de tours est correctement saisi dans la fenêtre des paramètres de test.



❑ **Mesure Passive (Pincas Flex)**

La méthode de mesure passive consiste à utiliser le "courant inductif" ou courant de mise à la terre I_{gw} circulant dans le système de mise à la terre pour déterminer les résistances de terre sélectionnées des différents points de mise à la terre. La méthode de mesure consiste à n'utiliser qu'une seule sonde de potentiel auxiliaire (S).

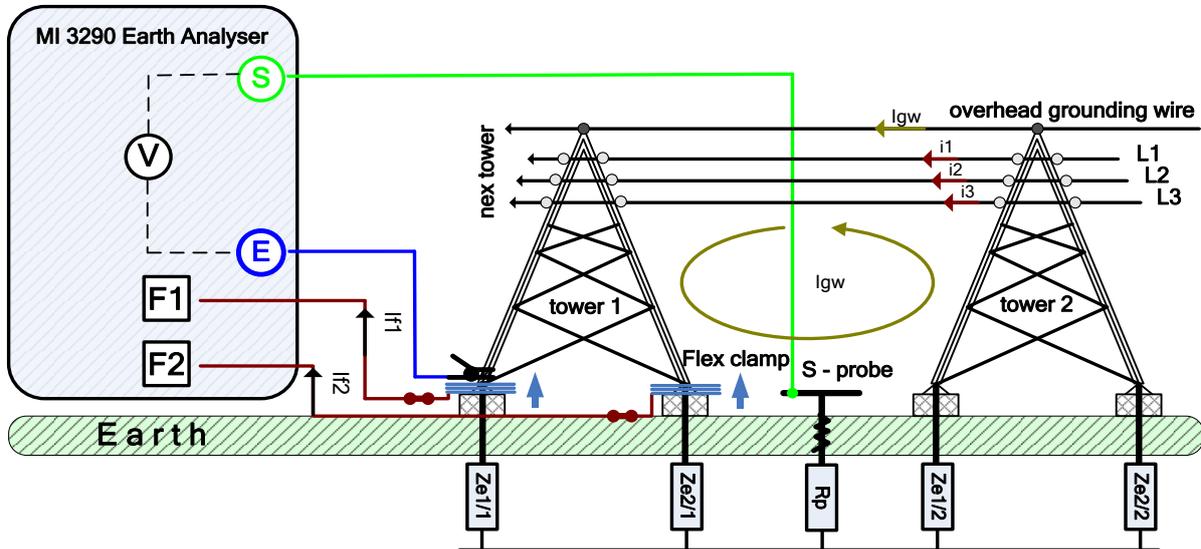


Image 11.36: Exemple de mesure passive (pincas flex)

Pendant la mesure, un "courant inductif" - I_{gw} circule dans la terre à travers Z_{sel1/1}, Z_{sel2/1}, Z_{sel1/2} et Z_{sel2/2}. Un courant de bruit plus élevé améliore le résultat global de la mesure. La chute de tension est mesurée par la sonde de potentiel auxiliaire (S). Les courants sélectifs I_{f1-4} sont mesurés par l'électrode de terre Z_{sel1-4/1} sélectionnée par l'utilisateur. L'impédance de terre Z_{sel1-4/1} est déterminée à partir du rapport tension / courant (pince de courant externe - I_{f1-4}). L'impédance de terre totale est mesurée :

$$\frac{1}{Z_{tot}} = \sum_{i=1}^4 \frac{1}{Z_{sel_i/1}} = \left[\frac{1}{\Omega} \right] \quad Z_{sel_i/1} = \frac{U_{S-E} [V]}{I_{f_i}} = [\Omega] \quad \text{où: } i = [1..4]$$

où:

- Z_{tot} Impédance de terre totale sélectionnée
- Z_{sel1-4/1} Impédance de terre sélectionnée
- I_{gw} Courant inductif ou courant de fil de mise à la terre
- I_{f1-4} Courant mesuré avec les pincas Flex
- U_{S-E} Tension de test entre les bornes S et E

Note:

- ❑ "Courant inductif" - I_{gw} dans l'exemple est en fait un courant de couplage inductif entre les fils L1 (i1), L2 (i2), L3 (i3) et la boucle de mise à la terre. Le courant a la même fréquence que les courants L1, L2 et L3 (généralement des fréquences de 50 Hz ou 60 Hz).

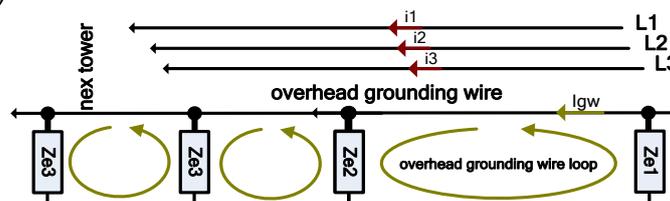


Image 11.37: Circuit de substitution pour la mesure passive (Pincas Flex)

Le test peut être démarré à partir de la fenêtre de mesure Passive (Pincas Flex). Avant d'effectuer un test, les paramètres suivants (Nombre de tours F1 - F4, Distance et Limite (Ztot) peuvent être modifiés.

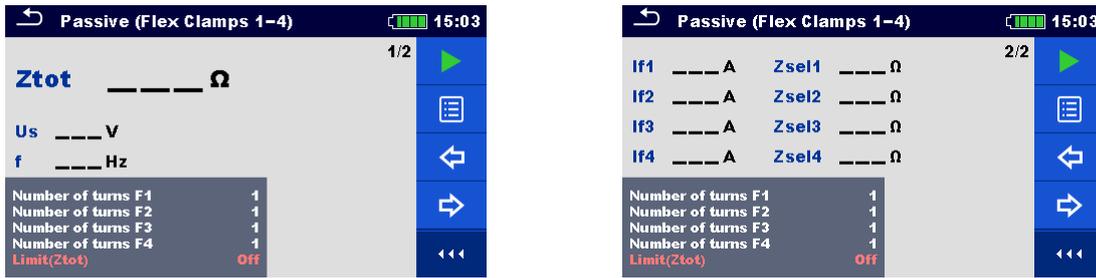


Image 11.38: Menu de mesure passive (Pincas Flex)

Paramètres de mesure passive (Pincas Flex):

Nombre de tours F1	Définir le nombre de tours pour la pince Flex 1 : [1, 2, 3, 4, 5, 6]
Nombre de tours F2	Définir le nombre de tours pour la pince Flex 2 : [1, 2, 3, 4, 5, 6]
Nombre de tours F3	Définir le nombre de tours pour la pince Flex 3 : [1, 2, 3, 4, 5, 6]
Nombre de tours F4	Définir le nombre de tours pour la pince Flex 4 : [1, 2, 3, 4, 5, 6]
Distance (r)	Distance entre E et la sonde S (définie par l'utilisateur).
Limite (Ztot)	Sélection de la valeur limite : [OFF, 0.1 Ω – 5.00 kΩ]

Procédure de mesure passive (Pincas Flex) :

- Sélectionner la fonction de mesure passive (Pincas Flex).
- Définir les paramètres de test (nombre de tours, distance et limite).
- Connecter les cordons de test et les pincas flex à l'appareil et à l'objet à tester.
- Appuyer sur la touche Run pour débuter la mesure.
- Attendre que le résultat de test s'affiche à l'écran.
- Appuyer de nouveau sur la touche Run pour stopper la mesure.
- Appuyer sur les touches curseur pour basculer entre les multiples vues de résultats (optionnel).
- Sauvegarder les résultats (optionnel).

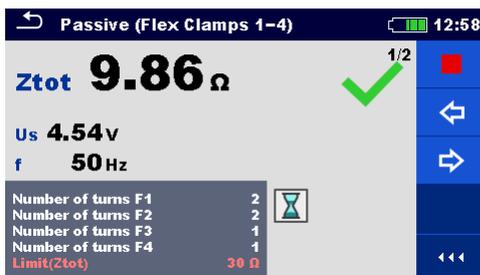


Image 11.39: Exemple de résultats de mesure passive (Pincas Flex)
- Z_{tot}



Image 11.40: Exemple de résultats de mesure passive (Pincas Flex)
- Z_{sel1-4}

Notes :

- Prendre en considération les avertissements affichés lors du début de la mesure!
- Des courants de bruit élevés et des tensions à la terre peuvent influencer les résultats de mesure. Dans ce cas, le testeur affiche l'avertissement "bruit".

Note (Sondes):

- Les sondes doivent être placées à une distance suffisante de l'objet mesurée.

Notes (Pincas Flex) :

- Si vous n'utilisez qu'une, deux ou trois pincas flex, connectez toujours une pince à la borne F1 (port de synchronisation).

- ❑ **Veillez à ce que la flèche marquée sur les pinces pointe dans le sens du courant pour une mesure correcte.**
- ❑ **S'assurer que le nombre de tours est correctement saisi dans la fenêtre des paramètres de test.**

11.3 Ω Mesures de résistance de terre spécifiques $[\rho]$

La mesure est effectuée afin d'assurer un calcul plus précis des systèmes de mise à la terre, par exemple pour les tours de distribution haute tension, les grandes installations industrielles, les systèmes d'éclairage, etc. La tension d'essai en courant continu n'est pas appropriée en raison d'éventuels processus électrochimiques dans le matériau de mise à la terre mesuré. La valeur spécifique de la résistance de la terre est exprimée en Ωm ou Ωft , sa valeur absolue dépend de la structure du matériau du sol.

Résistance de terre spécifique	Mesure	Mode de Test	Distance	Limite	Filtre	Tension de Test
ρ	Méthode Wenner	unique	m / ft	yes	FFT	20 / 40 V
	Méthode Schlumberger	unique	m / ft	yes	FFT	20 / 40 V

Tableau 11.41: Mesures de résistance de terre spécifiques disponible dans le MI 3290

11.3.1 Généralités sur des terres spécifiques

Qu'est-ce que la résistance spécifique de la Terre?

Il s'agit de la résistance d'un matériau meulé en forme de cube de $1 \times 1 \times 1$ m, où les électrodes de mesure sont placées sur les côtés opposés du cube, voir l'image ci-dessous.

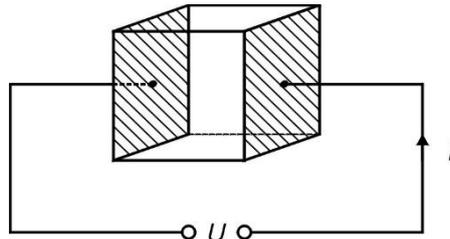


Image 11.42: Présentation de la résistance de terre spécifique

Le tableau ci-dessous représente les valeurs indicatives des Résistances Spécifiques de Terre pour quelques matériaux typiques.

Type de matériaux de sol	Résistance de terre spécifique en Ωm	Résistance de terre spécifique en Ωft
Eau de mer	0,5	1,6
Eau d'une rivière ou d'un lac	10 – 100	32,8 – 328
Terre labourée	90 – 150	295 – 492
Goudron	150 – 500	492 – 1640
Gravier humide	200 – 400	656 – 1312
Sable fin et sec	500	1640
Chaux	500 – 1000	1640 – 3280
Gravier sec	1000 – 2000	3280 – 6562
Sol caillouteux	100 – 3000	328 – 9842



11.3.2 Mesure avec la méthode Wenner

Placer les quatre sondes de terre en ligne droite, à une distance “a” l'une de l'autre et à une profondeur $b < a/20$. La distance a doit être comprise entre 0,1 m et 29,9 m. Connecter les câbles aux sondes, puis aux bornes H, S, ES et E.

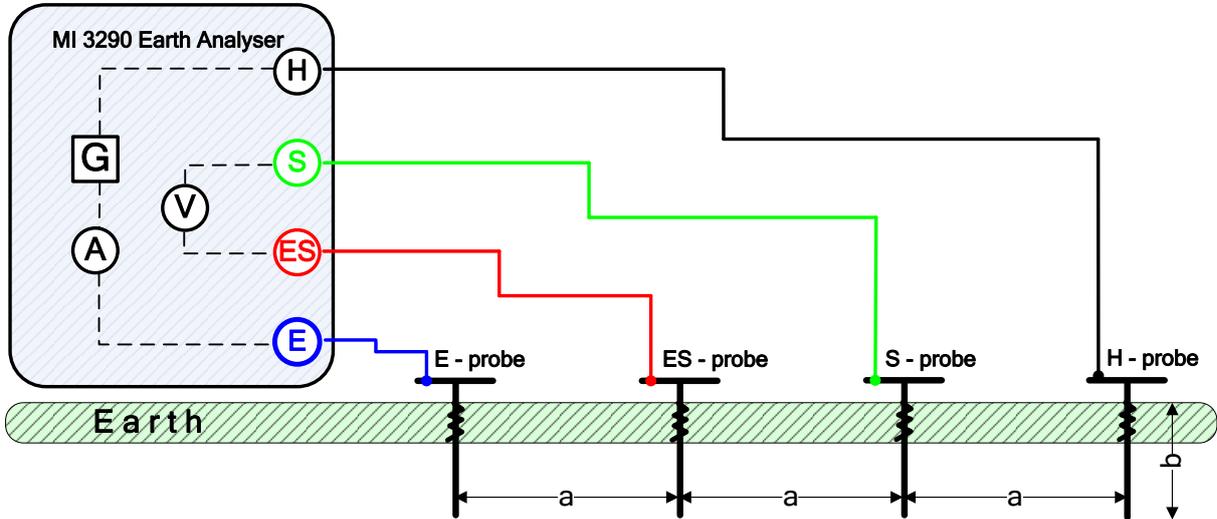


Image 11.43: Exemple de mesure avec la méthode Wenner

Méthode de Wenner avec des distances égales entre les sondes de test:

$$b < \frac{a}{20}$$

$$\rho_{wenner} = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot R_e = [\Omega m]$$

où:

- R_e Résistance de terre mesurée par la méthode à 4 pôles
- a Distance entre les sondes de terre
- b Profondeur des sondes de terre
- π Nombre π est une constant mathématique (3.14159)

Le test peut être démarré à partir de la fenêtre de mesure de la méthode de Wenner. Avant d'effectuer un test, les paramètres suivants (Tension de test, Distance a et Limite (ρ)) peuvent être modifiés.

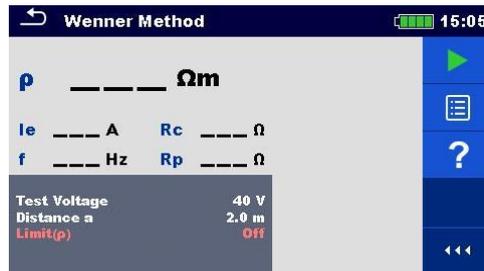


Image 11.44: Menu de mesure avec la méthode Wenner

Paramètres de mesure avec la méthode Wenner :

Tension de Test	Définir la tension de test : [20 V ou 40 V]
Distance a	Définir la distance entre les sondes de terre : [0.1 m – 49.9 m] ou [1 ft – 200 ft]
Unité de longueur	Définir l'unité de longueur : [m ou ft]
Limite (ρ)	Sélection de la valeur limite : [OFF, 0.1 Ω m – 15 k Ω m] Sélection de la valeur limite : [OFF, 1 Ω ft – 40 k Ω ft]

Procédure de mesure avec la méthode Wenner :

- Sélectionner la fonction de mesure avec la méthode Wenner.
- Définir les paramètres de test (tension, distance et limite).
- Connecter les cordons de test à l'appareil et à l'objet à tester.
- Appuyer sur la touche Run pour débiter la mesure.
- Attendre que le résultat de test s'affiche à l'écran.
- Sauvegarder les résultats (optionnel).



Image 11.45: Exemple de résultats de mesure avec la méthode Wenner

Notes :

- Prendre en considération les avertissements affichés lors du début de la mesure!
- Des courants de bruit élevés et des tensions à la terre peuvent influencer les résultats de mesure. Dans ce cas, le testeur affiche l'avertissement "bruit".

Notes (Sondes) :

- Une impédance élevée des sondes S et H pourrait influencer les résultats de mesure. Dans ce cas, les avertissements "Rp" et "Rc" sont affichés. Il n'y a pas d'indication de réussite / échec dans ce cas.
- Les sondes doivent être placées à une distance suffisante de l'objet mesuré.



11.3.3 Mesure avec la méthode Schlumberger :

Placez les deux sondes de terre (ES et S) à une distance “d” l’une de l’autre et placez les deux secondes sondes de terre (E et H) à une distance “a” des sondes ES et S. Toutes les sondes doivent être placées sur une ligne droite et à une profondeur “b”, compte tenu de la condition $b < a, d$. La distance d doit être comprise entre 0,1 m et 29,9 m et la distance a doit être $a > 2 \cdot d$. Connecter les câbles aux sondes, puis aux bornes H, S, ES, ES et E.

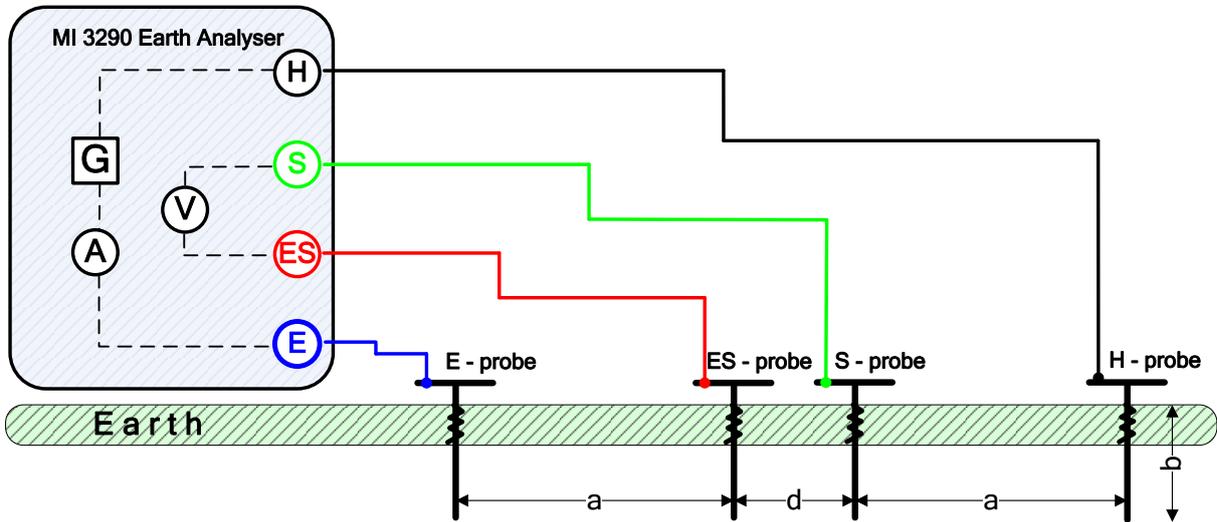


Image 11.46: Exemple de mesure avec la méthode Schlumberger

La méthode Schlumberger avec des distances inégales entre les sondes de test :

$$b \ll a \cdot d \quad a > 2 \cdot d$$

$$\rho_{schlumberger} = \frac{\pi \cdot a \cdot (a + d) \cdot R_e}{d} = [\Omega m]$$

Où :

- R_e Résistance de terre mesurée par la méthode à 4 pôles
- a Distance entre les sondes de terre (E, ES) et (H, S)
- d Distance entre les sondes de terre (S, ES)
- b Profondeur des sondes de terre
- π Le nombre π est une constant mathématique (3.14159)

Le test peut être démarré à partir de la fenêtre de mesure de la méthode Schlumberger. Avant d'effectuer un test, les paramètres suivants (Tension de test, Distance a, Distance a, Distance d et Limite (ρ)) peuvent être modifiés.

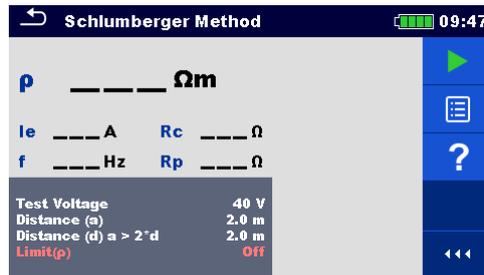


Image 11.47: Menu de mesure avec la méthode Schlumberger

Paramètres de mesure avec la méthode Schlumberger :

Tension de Test	Définir la tension de test : [20 V or 40 V]
Distance a	Définir la distance entre les électrodes de terres: [0.1 – 49.9 m] ou [1 – 200 ft]
Distance d	Définir la distance entre les électrodes de terre : [0.1 – 49.9 m] ou [1 – 200 ft]
Unité de longueur	Définir l'unité de longueur : [m ou ft]
Limite (ρ)	Sélection de la valeur limite: [OFF, 0.1 Ω m – 15 k Ω m] Sélection de la valeur limite : [OFF, 1 Ω ft – 40 k Ω ft]

Procédure de mesure avec la méthode Schlumberger :

- Sélectionner la fonction de mesure avec la méthode Schlumberger.
- Définir les paramètres de mesure (tension, distances et limite).
- Connecter les cordons de test à l'appareil et à l'objet à tester.
- Appuyer sur la touche Run pour débiter la mesure.
- Attendre que les résultats de test soient affichés à l'écran.
- Sauvegarder les résultats (optionnel).



Image 11.48: Exemple de résultats de mesure avec la méthode Schlumberger

Notes:

- Prendre en considération les avertissements affichés lors du début de la mesure!
- Des courants de bruit élevés et des tensions à la terre peuvent influencer les résultats de mesure. Dans ce cas, le testeur affiche l'avertissement "bruit".

Notes (Sondes) :

- Une impédance élevée des sondes S et H pourrait influencer les résultats de mesure. Dans ce cas, les avertissements "Rp" et "Rc" sont affichés. Il n'y a pas d'indication de réussite / échec dans ce cas.
- Les sondes doivent être placées à une distance suffisante de l'objet mesuré.

11.4 Impédance impulsionnelle [Zp]

L'impédance impulsionnelle d'un système de mise à la terre est un paramètre utile pour prédire le comportement dans des conditions transitoires, car il fournit une relation directe entre l'augmentation du potentiel de crête et l'augmentation du courant de crête.

11.4.1 Mesure d'impulsion

La méthode à trois pôles ou la mesure de la chute de tension sont généralement utilisées pour ce type de testeur. La mesure s'effectue à l'aide de deux sondes de mise à la terre. L'inconvénient de l'utilisation de trois fils est que la résistance de contact de la borne E est ajoutée au résultat.

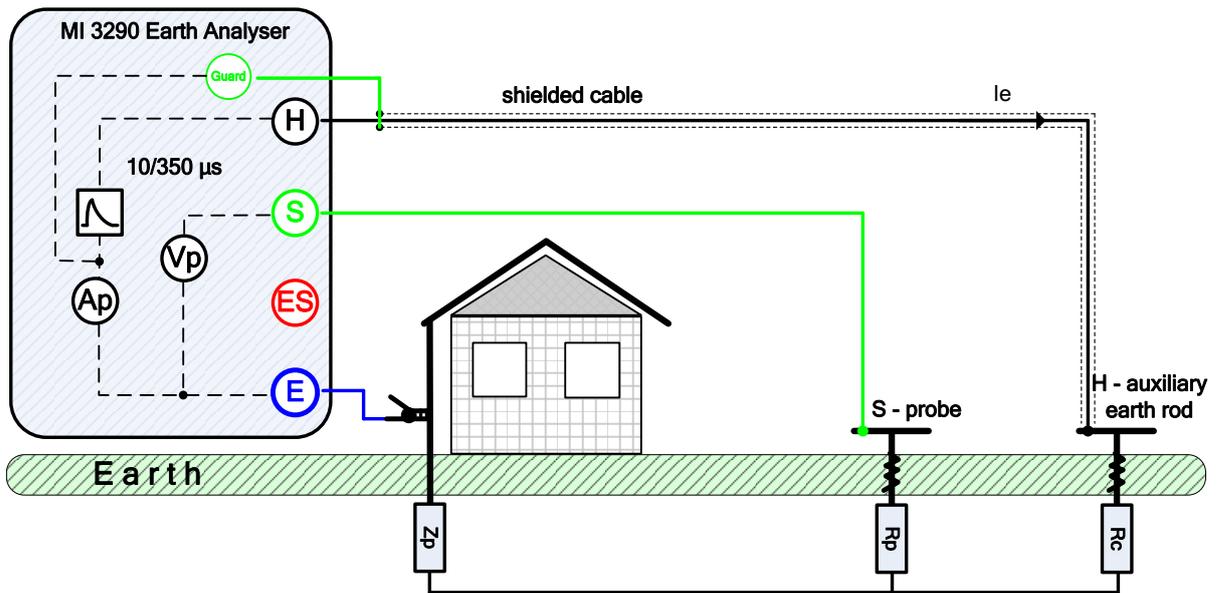
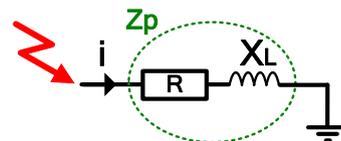


Image 11.49: Exemple de mesure d'impulsion

Pendant la mesure, une impulsion de courant (10/350 µs) est injectée dans la terre par l'intermédiaire d'une sonde auxiliaire (H). L'impédance de la sonde auxiliaire (H) doit être aussi faible que possible afin d'injecter un courant d'essai élevé. L'impédance Rc peut être diminuée en utilisant plus de sondes en parallèle. Une impulsion de courant injecté plus élevée améliore l'immunité contre les courants de terre parasites. La crête de tension est mesurée par la sonde de potentiel (S). L'impédance d'impulsion Zp est déterminée à partir du rapport crête de tension / crête de courant.

Dans l'exemple suivant, l'impédance d'impulsion est mesurée :

$$Z_p = \frac{U_{peak}}{I_{peak}} - Z_{in}$$



où:

- Z_p Impédance impulsionnelle
- Z_{in} Impédance interne de l'appareil (typ. 1 Ω)
- U_{peak} Tension de crête
- I_{peak} Courant de crête

Note:

La sonde de courant Rc et la sonde de potentiel Rp sont mesurées en utilisant une mesure à 3 pôles à une fréquence fixe de 3,29 kHz @ 40 Vca.

Le test peut être démarré à partir de la fenêtre de mesure impulsionnelle. Avant d'effectuer un test, les paramètres (Distance et Limite (Zp)) peuvent être modifiés.

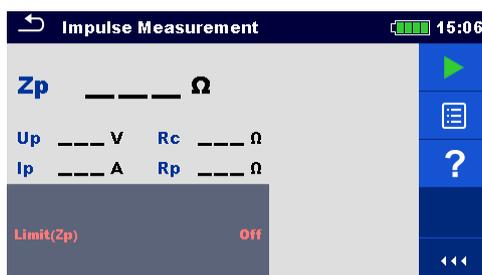


Image 11.50: Menu de mesure impulsionnelle

Paramètres de mesure d'impulsion:

Distance (r) Distance entre les sondes E et S (définie par l'utilisateur).

Distance (R) Distance entre E et la tige de terre auxiliaire H (définie par l'utilisateur).

Limite (Zp) Sélection de la valeur limite: [OFF, 1 Ω – 100 Ω]

Procédure de mesure d'impulsion:

- Sélection de la fonction de mesure impulsionnelle.
- Définir les paramètres de test (distance et limite).
- Connecter les cordons de test à l'appareil et à l'objet à tester.
- Appuyer sur la touche Run pour débiter la mesure
- Attendre que les résultats du test soient affichés à l'écran.
- Sauvegarder les résultats (optionnel).

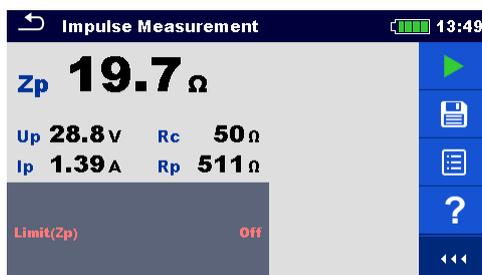


Image 11.51: Exemple de résultats de mesure impulsionnelle

Notes :

- Prendre en considération les avertissements affichés lors du début de la mesure!
- Des courants de bruit élevés et des tensions à la terre peuvent influencer les résultats de mesure. Dans ce cas, le testeur affiche l'avertissement "bruit".

Notes (Sondes) :

- Une impédance élevée des sondes S et H pourrait influencer les résultats de mesure. Dans ce cas, les avertissements "Rp" et "Rc" sont affichés. Il n'y a pas d'indication de réussite / échec dans ce cas.
- Les sondes doivent être placées à une distance suffisante de l'objet mesuré.

11.5 Résistance en DC [R]

Résistance en courant continu	Mesure	Mode de Test	Méthode de Test	Limite	Filtre	Courant de Test
R	Mesureur - Ω (200mA)	unique	2-câbles	oui	DC	200 mA
	Mesureur - Ω (7mA)	continu	2-câbles	oui	DC	7 mA

Tableau 11.52: Mesures de résistance en courant continu disponibles sur le MI 3290



11.5.1 Ω - Mètre (200 mA)

La mesure de résistance est effectuée afin de s'assurer que les mesures de protection contre les chocs électriques à travers les connexions de mise à la terre sont efficaces. La mesure de résistance est effectuée avec un courant continu de 200 mA.

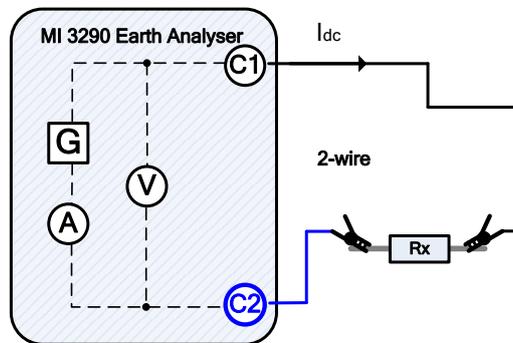


Image 11.53: Exemple de mesure en Ω - mètre (200 mA)

Dans cet exemple, la résistance suivante est mesurée:

$$R = \frac{U_{DC}[V]}{I_{DC}[A]} = [\Omega]$$

où:

R Résistance

I_{dc} Courant de test en courant continu injecté entre les bornes C1 et C2

U_{dc} Tension continue mesurée entre les bornes C1 et C2

Le test peut être démarré à partir de la fenêtre de mesure Ω - Mètre (200 mA). Avant d'effectuer un test, le paramètre suivant : Limite (R) peut être modifié.

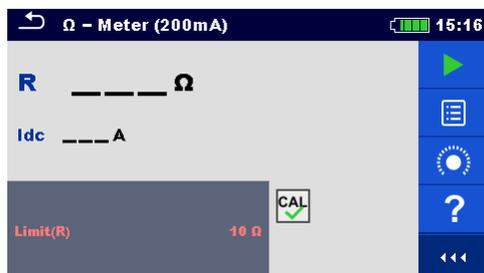


Image 11.54: Menu Ω - Mètre (200 mA)

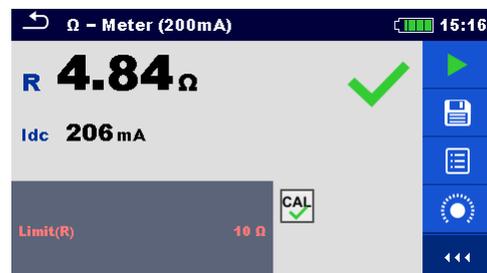


Image 11.55: Exemple de résultat de mesure en Ω - Mètre (200 mA)

Paramètre de mesure pour Ω - Mètre (200 mA) :

Limite (R) Sélection de la valeur limite : [OFF, 0.1 Ω – 40 Ω]

Procédure de mesure en Ω mètre - (200 mA) :

- ❑ Sélectionner la fonction de mesure de Ω mètre - (200 mA).
- ❑ Définir les paramètres de test (limite).
- ❑ Connecter les cordons de test à l'appareil.
- ❑ Compenser les fils si vous utilisez la méthode de test à 2 fils (optionnel).
- ❑ Connecter les cordons de test à l'objet à tester.
- ❑ Appuyer sur la touche Run pour débiter la mesure.
- ❑ Attendre que les résultats de test soient affichés à l'écran.
- ❑ Sauvegarder les résultats (optionnel).

Note:

- ❑ Prendre en considération les avertissements affichés lors du début de la mesure!



11.5.2 Mesure en Ω mètre - (7 mA)

En général, cette fonction sert de mesure de résistance avec un courant de test faible. La mesure est effectuée en continu sans inversion de polarité. Cette fonction peut également être utilisée pour tester la continuité des composants inductifs.

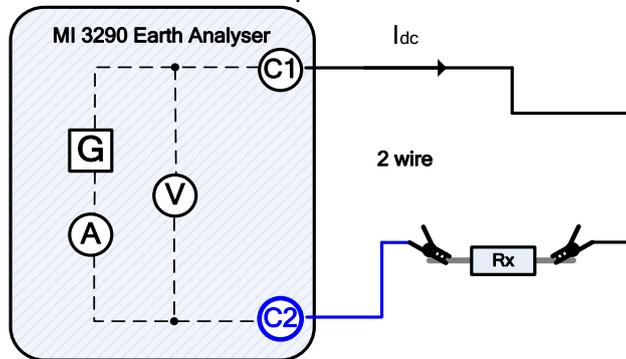


Image 11.56: Exemple de mesure en Ω - mètre (7 mA)

Dans l'exemple, la résistance suivante est mesurée :

$$R = \frac{U_{DC}[V]}{I_{DC}[A]} = [\Omega]$$

où:

R Résistance

I_{dc} Courant de test injecté en courant continu

U_{dc} Tension continue mesurée entre les bornes C1 et C2

Le test peut être démarré à partir de la fenêtre de mesure du compteur Ω -. Avant d'effectuer un test, les paramètres suivants (Son et Limite (R)) peuvent être modifiés.

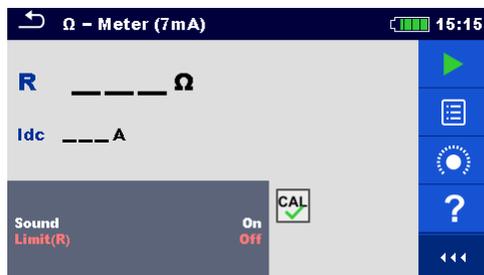


Image 11.57: Menu de mesure en Ω - mètre (7 mA)

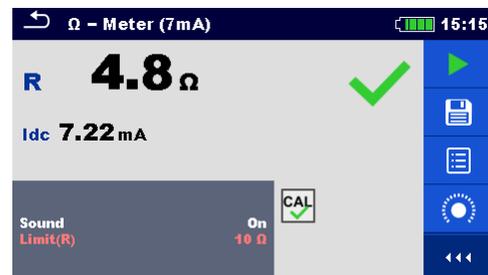


Image 11.58: Exemple de résultats en Ω - mètre (7 mA)

Paramètres de mesure en Ω - mètre (7 mA) :

Son [On, Off]

Limite (R) Sélection de la valeur limite : [OFF, 1 Ω – 15.0 kΩ]

Procédure de mesure en Ω - mètre (7 mA) :

- Sélectionner la fonction de mesure en Ω - mètre (7 mA).
- Définir les paramètres de test (son et limite).
- Connecter les cordons de test à l'appareil.
- Compenser les câbles (optionnel).
- Connecter les cordons de test à l'objet à tester.
- Appuyer sur la touche Run pour débiter la mesure.
- Attendre que les résultats de test soient affichés à l'écran.
- Appuyer sur la touche Run pour stopper la mesure.
- Sauvegarder les résultats (optionnel).

Note:

- Prendre en considération les avertissements affichés lors du début de la mesure!

11.5.2.1 Compensation de la résistance des cordons de test

Ce chapitre décrit comment compenser la résistance des câbles de test dans les deux fonctions de continuité (Ω - metre 200 mA et 7 mA). La compensation est nécessaire en mode 2 fils pour éliminer l'influence de la résistance des cordons de test et des résistances internes de l'instrument sur la résistance mesurée. La compensation est donc une caractéristique très importante pour obtenir un résultat correct. Une fois que la compensation

a été effectuée, l'icône de compensation  apparaît à l'écran.

Circuits de compensation de la résistance des câbles de test

Image 11.59: Câbles de test en court circuit

Cordon d'extension

Procédure de compensation de résistance des câbles de test :

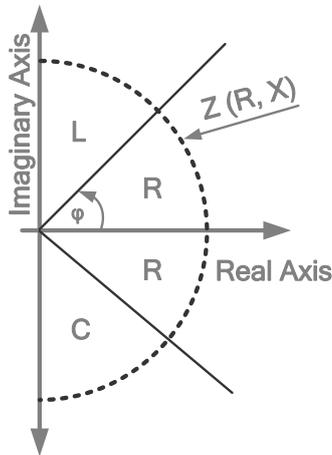
- Sélectionner la fonction de mesure en Ω - mètre (200 mA ou 7 mA).
- Connecter les câbles de test à l'appareil et court-circuiter les câbles de test. Voir image **Image 11.59**.
- Appuyer sur l'icône  pour compenser la résistance des câbles.

Notes :

- La valeur limite pour la compensation des câbles est 5 Ω .
- Le courant de compensation des câbles est 200mA (en courant continu)

11.6 Impédance en courant alternatif [Z]

Un vecteur d'impédance se compose d'une partie réelle (résistance, R) et d'une partie imaginaire (réactance, X) comme le montre l'image 11.60.



$$Z = R + jX = [\Omega]$$

où:

Z Impédance

R Partie réelle de l'impédance (résistance)

jX Partie imaginaire de l'impédance (réactance)

phi Angle de Phase

Image 11.60: Représentation graphique du plan d'impédance complexe.



11.6.1 Mesure de l'impédance

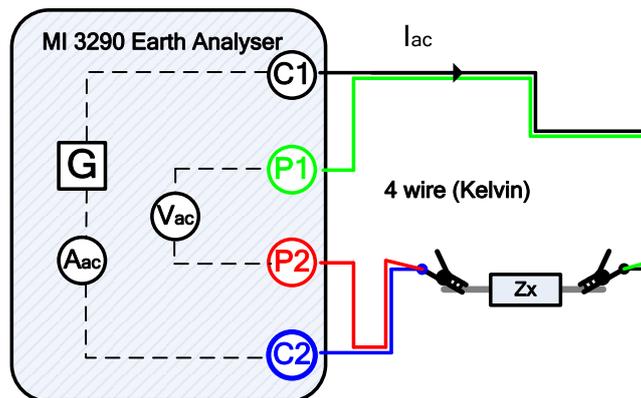


Image 11.61: Exemple de mesure d'impédance 4 fils

Dans l'exemple suivant, l'impédance est mesurée:

$$Z = \frac{U_{AC} [V]}{I_{AC} [A]} = [\Omega]$$

où:

Z Impédance

I_{ac} Courant de test en courant alternatif injecté entre les bornes C1 et C2

U_{ac} Tension alternative mesurée entre les bornes P1 et P2 (4 fils)

Le test peut être démarré à partir de la fenêtre de mesure de l'impédance. Avant d'effectuer un test, les paramètres suivants (Mode Test, Fréquence de test, Tension de test et Limite (Z) peuvent être modifiés.

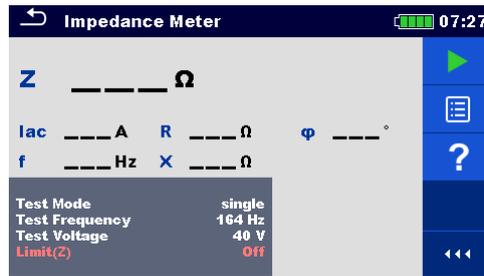


Image 11.62: Menu de mesure de l'impédance

Paramètres de mesure de l'impédance :

Mode de Test	Définir le mode de test : [unique, balayage]
Fréquence de Test *	Définir la fréquence de test : [55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz, 329 Hz, 659 Hz, 1.31 kHz, 1.50 kHz, 2.63 kHz, 3.29 kHz, 6.59 kHz, 13.1 kHz, 15.0 kHz]
Tension de Test	Définir la tension de test : [20 V ou 40 V]
Limite (Z)	Sélection de la valeur limite : [OFF, 1 Ω – 15.0 kΩ]

*mode de test unique seulement.

Procédure de mesure de l'impédance:

- Sélectionner la fonction de mesure de l'impédance.
- Définir les paramètres de test (mode, tension, fréquence et limite).
- Connecter les câbles de test à l'appareil et à l'objet à tester.
- Appuyer sur la touche Run pour débiter la mesure.
- Attendre que les résultats du test soient affichés à l'écran.
- Appuyer sur les touches curseur pour basculer entre la vue graphique et la vue des résultats (optionnel).
- Sauvegarder les résultats (optionnel).

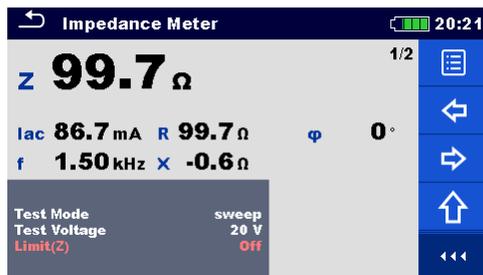


Image 11.63: Exemple de résultats de mesure de l'impédance

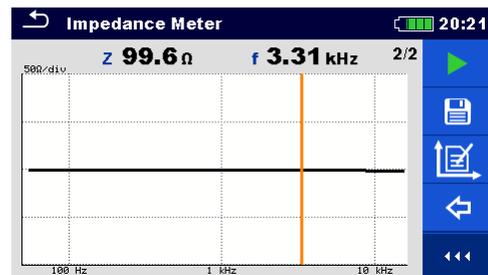


Image 11.64: Exemple de vue graphique de mesure de l'impédance

Note:

- Prendre en considération les avertissements affichés lors du début de la mesure!

11.7 Potentiel de terre [Us]

Une électrode de mise à la terre / grille dans le sol a une certaine résistance, en fonction de sa taille, de sa surface (oxydes sur la surface métallique) et de la résistivité du sol autour de l'électrode. La résistance de mise à la terre n'est pas concentrée en un seul point mais est répartie autour de l'électrode. La mise à la terre correcte des pièces conductrices exposées assure que la tension sur celles-ci reste en dessous du niveau dangereux en cas de défaut.

En cas de défaut, un courant de défaut circule à travers l'électrode de mise à la terre. Une distribution de tension typique se produit autour de l'électrode ("entonnoir de tension"). La plus grande partie de la chute de tension est concentrée autour de l'électrode de masse. L'image 11.65 montre comment les tensions de défaut, de pas et de contact se produisent suite à l'écoulement de courants de défaut à travers l'électrode de mise à la terre / grille dans la terre.

Les courants de défaut proches des objets de distribution d'énergie (sous-stations, tours de distribution, installations) peuvent être très élevés, jusqu'à 200 kA. Cela peut entraîner des tensions de pas et de contact dangereuses. S'il y a des connexions métalliques souterraines (prévues ou inconnues), l'entonnoir de tension peut prendre des formes atypiques et des tensions élevées peuvent survenir loin du point de défaillance. Par conséquent, la répartition de la tension en cas de défaut autour de ces objets doit être soigneusement analysée.

Dans l'exemple ci-dessous, la tension de pas et la tension de contact sont illustrés :

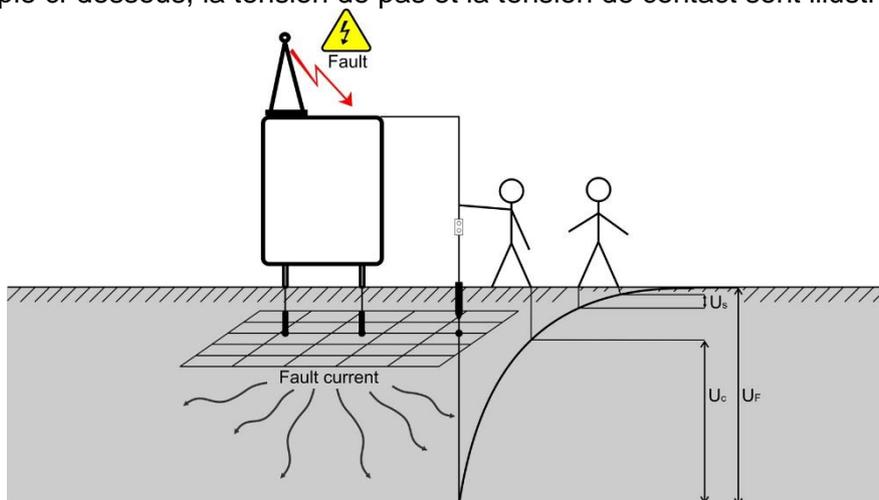


Image 11.65: Tensions dangereuses sur un système de mise à la terre défectueux

où:

- U_s Tension de pas en cas de courant de défaut
- U_c Tension de contact en cas de courant de défaut.
- U_F Tension de défaut

La norme CEI 61140 définit les relations entre le temps maximum autorisé et la tension de contact:

Durée maximum d'exposition	Tension
>5 s to ∞	$U_C \leq 50 \text{ VAC}$ or $\leq 120 \text{ VDC}$
< 0,4 s	$U_C \leq 115 \text{ VAC}$ or $\leq 180 \text{ VDC}$
< 0,2 s	$U_C \leq 200 \text{ VAC}$
< 0,04 s	$U_C \leq 250 \text{ VAC}$

Tableau 11.66: Durée maximale en fonction de la tension de défaut

Pour une exposition plus longue, les tensions de contact doivent rester en dessous de 50 V.



11.7.1 Mesure de potentiel

Les différences de potentiel local peuvent être simplement mesurées à l'aide d'un câblage à 3 pôles et d'un réglage d'une distance de pas (m ou ft), d'une fréquence de test et d'une direction (φ).

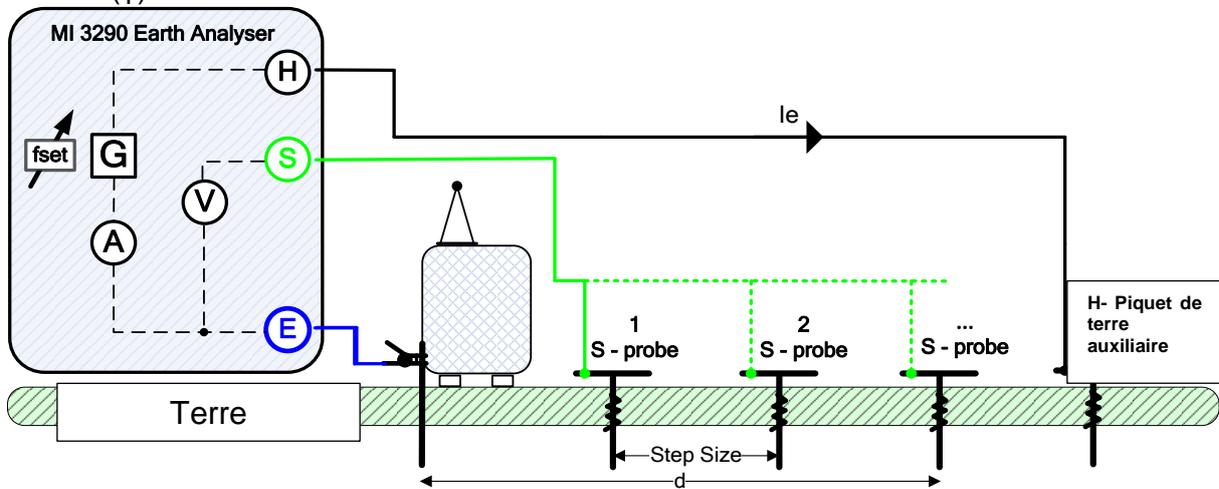


Image 11.67: Exemple de mesure de potentiel

Pendant la mesure, un courant sinusoïdal "Ie" est injecté dans la terre par l'intermédiaire d'une sonde de courant auxiliaire (H). L'impédance de la sonde auxiliaire (H) doit être aussi faible que possible afin d'injecter un courant d'essai élevé. L'impédance Rc peut être diminuée en utilisant plus de sondes en parallèle. Un courant injecté plus élevé améliore l'immunité contre les faux courants de terre. La chute de tension est mesurée par la sonde de potentiel auxiliaire (S).

Dans l'exemple suivant, l'impédance de terre est mesurée à une fréquence définie :

$$U_s = Z_e [\Omega] * I_e [A] = [V] \quad d = \sum steps = [m / ft]$$

Où :

- Us Tension de test entre les bornes S et E
- Ze Impédance de Terre
- Ie Courant de test injecté
- Distance de pas Distance entre les points de mesures [valeur fixe].
- d Somme des pas ou distance totale [d = Taille d'étape x (Nombre de mesures - 1)]
- φ Direction de la mesure de potentiel ou angle (0° – 360°)

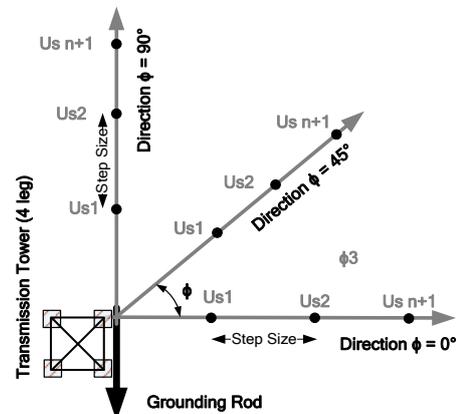
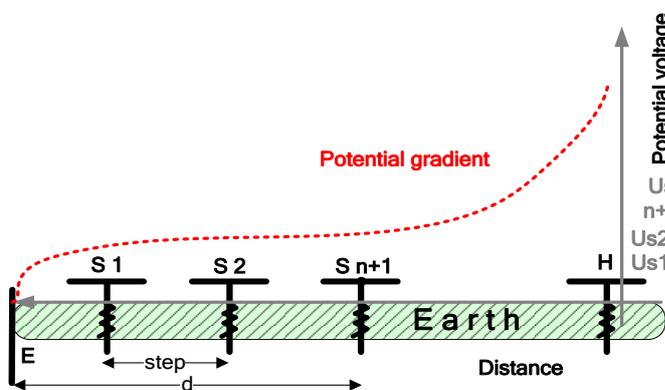


Image 11.68: Exemple de potentiel graduel (ligne droite)

Image 11.69: Exemple de potentiel graduel (autour du bâtiment)

Le test peut être débuté à partir de la fenêtre de mesure de potentiel. Avant d'effectuer le test, les paramètres suivants peuvent être modifiés.

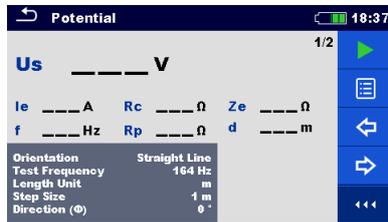


Image 11.70: Menu de mesure de potentiel (Ligne droite)

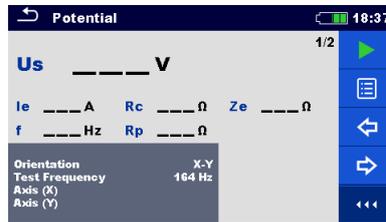


Image 11.71: Menu de mesure de potentiel (X-Y)

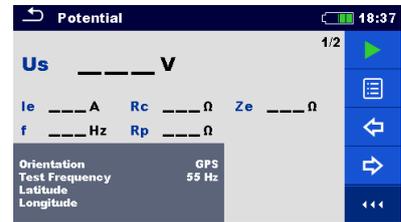


Image 11.72: Menu de mesure de potentiel (GPS)

Paramètres de test pour une mesure de potentiel (ligne droite) :

Fréquence de Test	Définir la fréquence de test : [55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz, 329 Hz]
Unité de Longueur	Définir l'unité de longueur : [m ou ft]
Taille d'étape	Définir la distance entre les points de mesure : [0.5 m – 5 m ou 1 ft – 17 ft]
Direction ϕ	Direction de la mesure de potentiel ou angle : [0° – 360°]

Paramètres de Test pour une mesure de potentiel (X-Y) :

Fréquence de Test	Définir la fréquence de test : [55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz, 329 Hz].
Axe(X)	Saisir le point horizontal (défini par l'utilisateur) : [nombre flottant]
Axe (Y)	Saisir le point vertical (défini par l'utilisateur) : [nombre flottant]

Paramètres de test pour une mesure de potentiel (GPS) :

Fréquence de Test	Définir la fréquence de test : [55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz, 329 Hz]
Latitude	Saisir le point de latitude (défini par l'utilisateur) : [DD – Degrés décimaux]
Longitude	Saisir le point de longitude (défini par l'utilisateur) : [DD – Degrés décimaux]

Procédure de mesure de potentiel :

- Sélectionner la fonction mesure de potentiel.
- Définir les paramètres de test (orientation, fréquence de test, distance de pas...).
- Connecter les cordons de test à l'appareil et à l'objet à tester.
- Appuyer sur la touche Run pour débiter la mesure.
- Attendre que les résultats de test soient affichés à l'écran.
- Passer à l'étape suivante / Répéter l'étape / Fin de la mesure de potentiel (type d'orientation en ligne droite uniquement)
- Sauvegarder les résultats (optionnel).

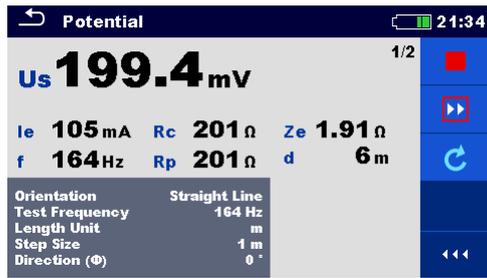


Image 11.73: Exemple de résultats de mesure de potentiel

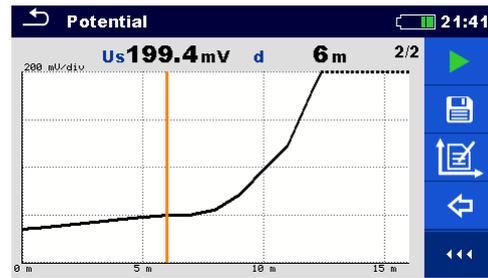


Image 11.74: Exemple de vue graphique de mesure de potentiel

Options (pendant l'exécution de la mesure de potentiel (ligne droite))



Procède à l'étape suivante.



Répète la mesure.
Les résultats d'un test simple affichés ne seront pas stockés.



Termine la mesure et accède à l'écran de résultats.

Les options offertes dans le panneau de contrôle dépendent du type d'orientation sélectionné.

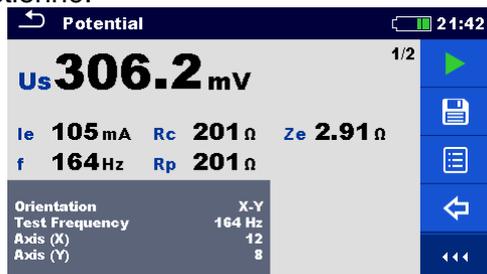


Image 11.75: Exemple de résultats de mesure de potentiel (X-Y)

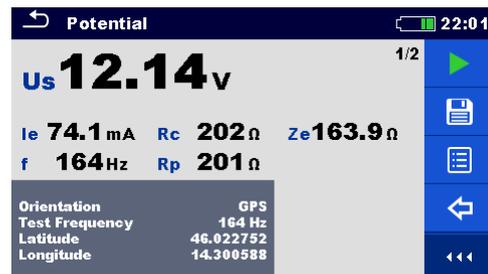


Image 11.76: Exemple de résultats de mesure de potentiel (GPS)

Notes :

- Prendre en considération les avertissements affichés lors du début de la mesure !
- Des courants de bruit élevés et des tensions à la terre peuvent influencer les résultats de mesure. Dans ce cas, le testeur affiche l'avertissement "bruit".
- La vue graphique n'est pas disponible pendant la mesure.

Notes (Sondes) :

- Une impédance élevée des sondes S et H pourrait influencer les résultats de mesure. Dans ce cas, les avertissements "Rp" et "Rc" sont affichés. Il n'y a pas d'indication de réussite / échec dans ce cas.
- Les sondes doivent être placées à une distance suffisante de l'objet mesuré.



11.7.2 Théorie des tensions de pas et de contact

Tension de pas

La mesure est effectuée entre deux points au sol à une distance de 1 m comme indiqué sur la figure. Les plaques métalliques (S2053) simulent les pieds. La tension entre les sondes est mesurée par un voltmètre (MI 3295M) avec une résistance interne de 1 kΩ qui simule la résistance du corps.

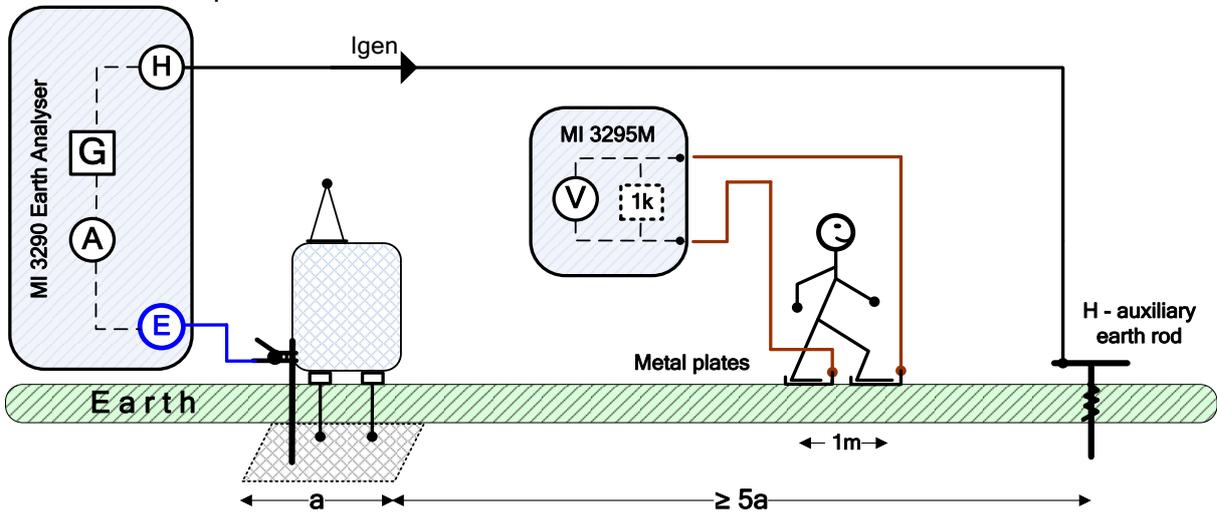


Image 11.77: Exemple de tension de pas

Tension de contact

La mesure est effectuée entre une partie métallique accessible et mise à la terre à 1 m de distance, comme illustré sur la figure. La tension entre les plaques métalliques (S2053) est mesurée par un voltmètre (MI 3295M) avec une résistance interne de 1kΩ qui simule la résistance du corps.

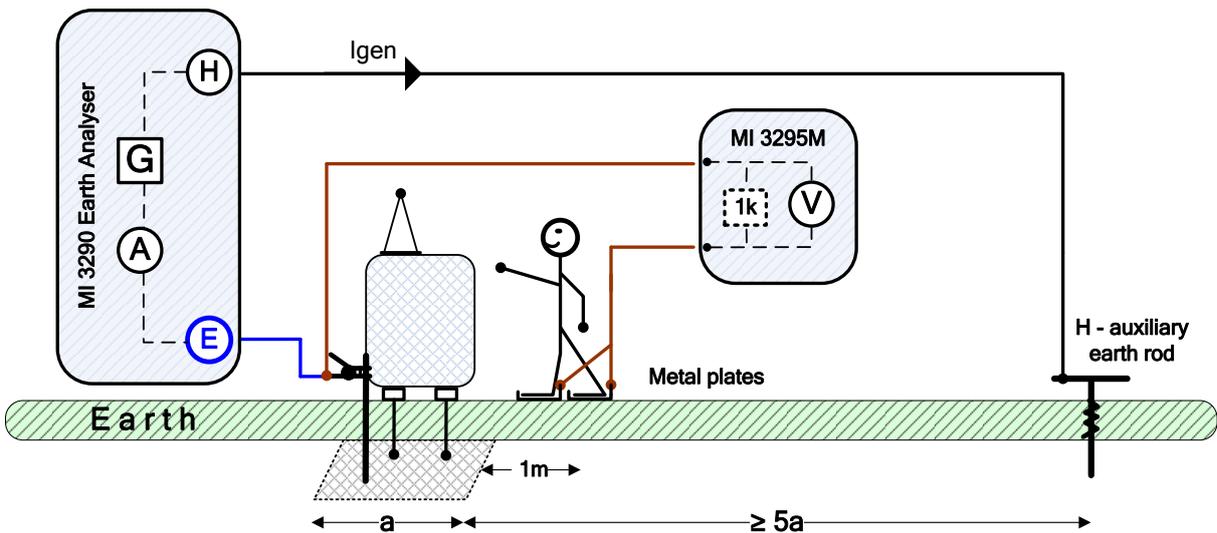


Image 11.78: Exemple de tension de contact

Source de courant S&T

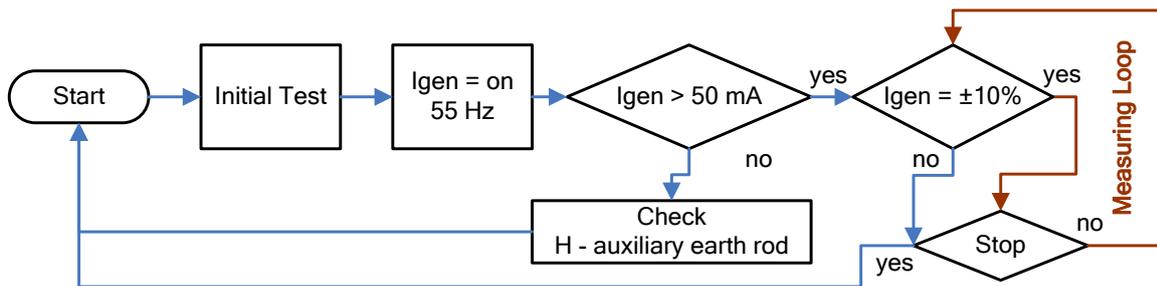


Image 11.79: Diagramme de flux des sources de courant P-C

Pendant la mesure, un courant sinusoïdal (55 Hz) I_{gen} est injecté dans la terre par l'intermédiaire d'une sonde auxiliaire (H). La résistance de la sonde auxiliaire (H) doit être aussi faible que possible afin d'injecter un courant d'essai élevé. La résistance R_c peut être diminuée en utilisant plus de sondes en parallèle. Un courant injecté plus élevé améliore l'immunité contre les faux courants de terre. La chute de tension est mesurée à l'aide du MI 3295M. Comme le courant de test n'est généralement qu'une petite fraction du courant de défaut le plus élevé, les tensions mesurées doivent être mises à l'échelle selon l'équation suivante :

$$U_{s,t} = U_m (\text{MI 3295M}) \cdot \frac{I_{fault}}{I_{gen} (\text{MI 3290})}$$

où:

$U_{s,t}$ Pas calculé ou Tension de contact en cas de courant de défaut.

U_m Chute de tension de test : mesure sur le MI 3295M

I_{fault} Courant de défaut réglée (courant de terre maximal en cas de défaut)

I_{gen} Courant de test injecté entre les bornes H (C1) et E (C2)

Le test peut être débuté à partir de la fenêtre de source de courant S&T.

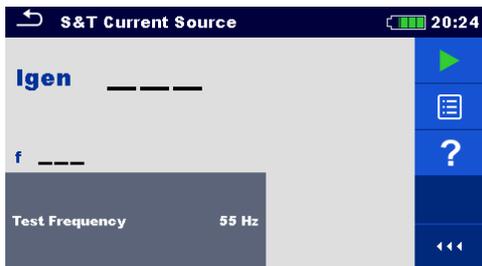


Image 11.80: Menu de la source de courant S&T

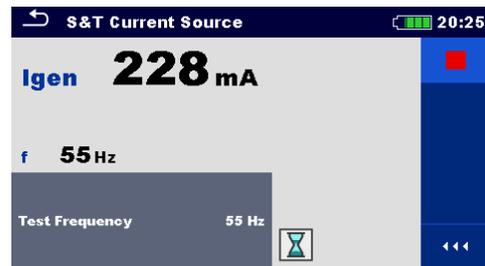


Image 11.81: Exemple de menu de résultat de source de courant S&T

Procédure de mesure de la source de courant S&T :

- Sélectionner la source de courant S&T.
- Connecter les cordons de test à l'appareil et à l'objet à tester.
- Appuyer sur la touche Run pour débuter la mesure.
- Attendre que les résultats de test soient affichés à l'écran.
- Appuyer à nouveau sur la touche Run pour stopper la mesure
- Sauvegarder les résultats (optionnel).

Notes :

- Prendre en considération les avertissements lors du début de la mesure !
- MI 3290 n'est qu'une source de courant ! Pour la mesure de tension U_m et pour le calcul du pas, l'utilisateur doit utiliser l'appareil MI 3295M.

11.8 Test du fil de mise à la terre d'un pylône (PGWT)



11.8.1 Mesure PGWT

La mesure PGWT est effectuée pour vérifier la connexion du fil de mise à la terre.

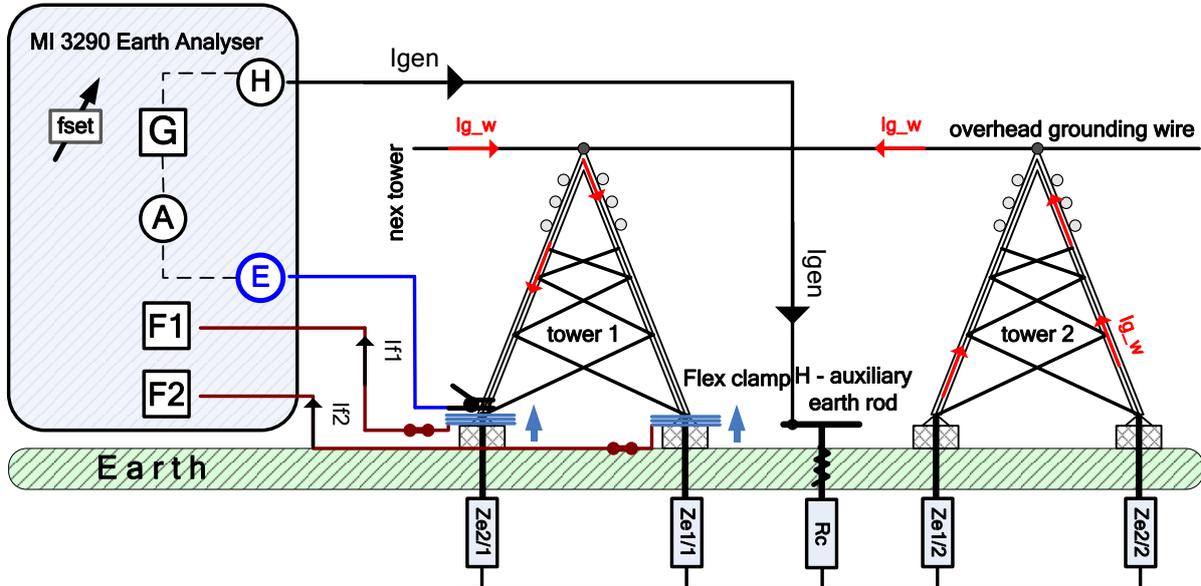


Image 11.82: Exemple de test du fil de terre de pylône (PGWT)

Pendant la mesure, un courant sinusoïdal I_{gen} est injecté dans le sol par l'intermédiaire d'une sonde auxiliaire (H). La résistance de la sonde auxiliaire (H) doit être aussi faible que possible afin d'injecter un courant d'essai élevé. La résistance R_c peut être diminuée en utilisant plus de sondes en parallèle. Un courant injecté plus élevé améliore l'immunité contre les faux courants de terre.

Dans l'exemple suivant, le courant I_{g_w} est mesuré selon l'équation suivante :

$$I_{g_w} = I_{gen} [mA] - I_{f_sum} [mA] = [mA]$$

$$I_{f_sum} = I_{f1} [mA] + I_{f2} [mA] = [mA]$$

Où :

- I_{g_w} Courant du fil de terre aérien
- I_{gen} Courant du générateur (courant de test injecté)
- I_{f_sum} Courant de pince flex total

Le test peut être démarré à partir de la fenêtre de test du fil de terre du pylône. Avant d'effectuer un test, les paramètres suivants (Mode Test, Fréquence et Nombre de tours F1 - F4) peuvent être modifiés.

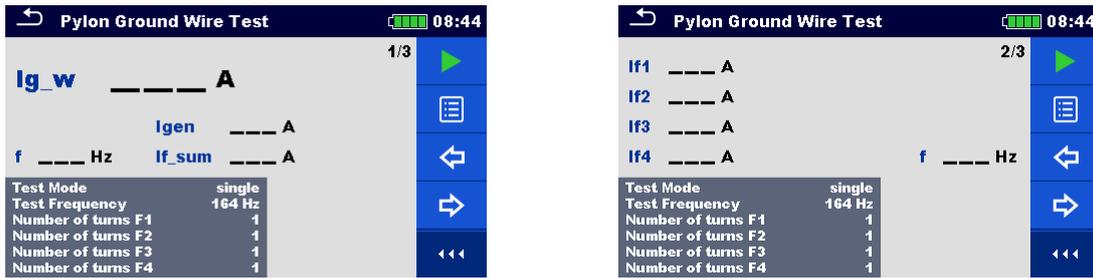


Image 11.83: Menu de test du fil de terre du pylône

Paramètres de test du fil de terre du pylône:

Mode de Test	Définir le mode de test : [unique, balayage]
Fréquence de Test	Définir la fréquence de test: [55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz, 329 Hz, 659 Hz, 1.31 kHz, 1.50 kHz]
Nombre de tours F1	Définir le nombre de tours pour la pince flex 1 : [1, 2, 3, 4, 5, 6]
Nombre de tours F2	Définir le nombre de tours pour la pince flex 2 : [1, 2, 3, 4, 5, 6]
Nombre de tours F3	Définir le nombre de tours pour la pince flex 3 : [1, 2, 3, 4, 5, 6]
Nombre de tours F4	Définir le nombre de tours pour la pince flex 4 : [1, 2, 3, 4, 5, 6]

Procédure de test du fil de terre du pylône (PGWT) :

- Sélectionner la fonction de test du fil de terre du pylône.
- Définir les paramètres de test (mode, fréquence, nombre de tours 1-4).
- Connecter les cordons de test et les pinces flex à l'appareil et à l'objet à tester.
- Appuyer sur la touche Run pour débiter la mesure.
- Attendre que les résultats soient affichés à l'écran.
- Appuyer sur les touches fléchées pour naviguer entre la vue graphique et la vue de résultats multiples (optionnel).
- Sauvegarder les résultats(optionnel).

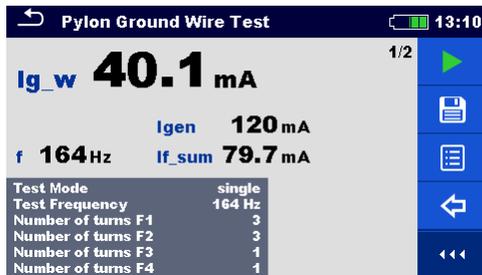


Image 11.84: Exemple de résultats de test du fil de terre du pylône – I_{g_w}

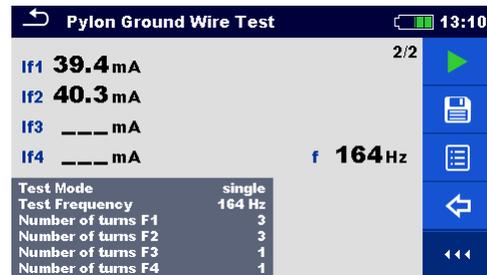


Image 11.85: Exemple de résultats de test du fil de terre du pylône – $I_{f(1-4)}$

Notes:

- Prendre en considération les avertissements affichés lors du début de la mesure !
- Des courants de bruit élevés et des tensions à la terre peuvent influencer les résultats de mesure. Dans ce cas, le testeur affiche l'avertissement "bruit".

Note (Sondes):

- Les sondes doivent être placées à une distance suffisante de l'objet mesuré.

Notes (Flex):

- Si vous n'utilisez qu'une, deux ou trois pinces flex, connectez toujours une pince à la borne F1 (port de synchronisation).
- Veillez à ce que la flèche marquée sur les pinces pointe dans le sens du courant pour une mesure correcte.
- S'assurer que le nombre de tours est correctement saisi dans la fenêtre des paramètres de test.

11.9 Courant [I]

Courant	Mesures	Mode Test	Fréquence nominale	Filtre	Gamme de mesure max
Ic, If1, If2, If3, If4	Mesure de courant RMS avec pince classique	cont.	45 Hz – 1,5 kHz	RMS	7,99 A
	Mesure de courant RMS avec pince Flex	cont.	45 Hz – 1,5 kHz	RMS	49,9 A (1 tour)

Image 11.86: Mesure de courant RMS disponible sur le MI 3290

Mesure de courant RMS avec pince classique

Cette fonction est destinée à la mesure de courants alternatifs (courants de fuite, courants de charge, courants de bruit) à l'aide d'une pince classique.

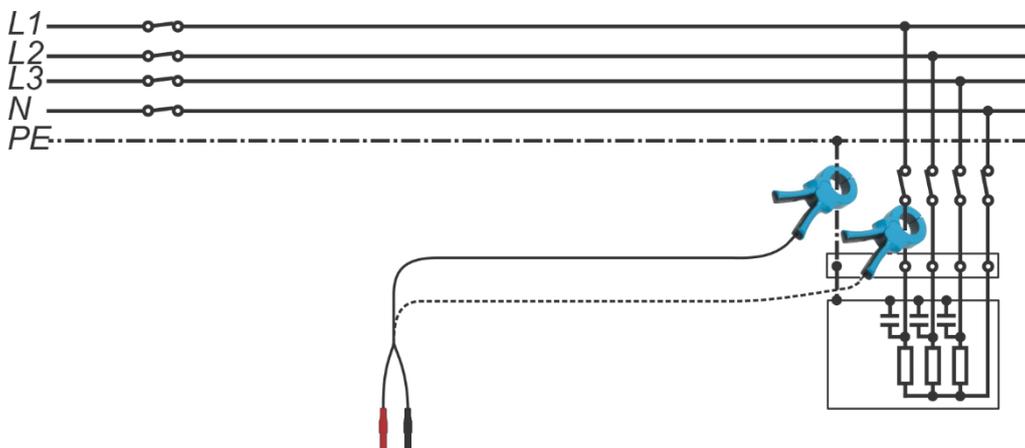


Image 11.87: Exemple de mesure de courant RMS avec pince classique

Mesure de courant RMS avec pince Flex

Cette fonction est destinée à la mesure de courants alternatifs (courants de fuite, courants de charge, courants inductifs) à l'aide de pinces flexibles. Entourer l'objet mesuré avec la pince de mesure.

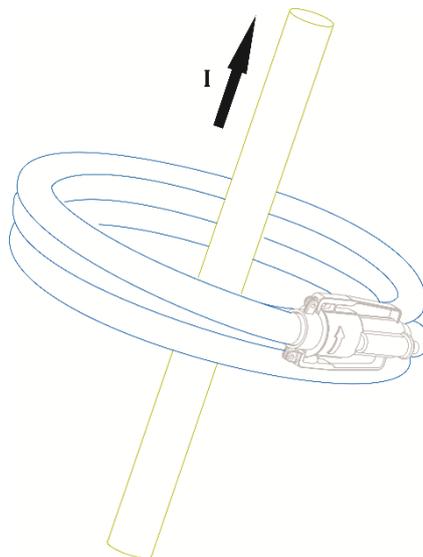


Image 11.88: Exemple de mesure de courant RMS avec pince Flex

11.9.1 Mesure de courant RMS avec pince classique



Le test peut être démarré à partir de la fenêtre de mesure du courant RMS avec pince classique. Avant d'effectuer un test, les paramètres suivants (type de pince de mesure et limite (Ic)) peuvent être modifiés.

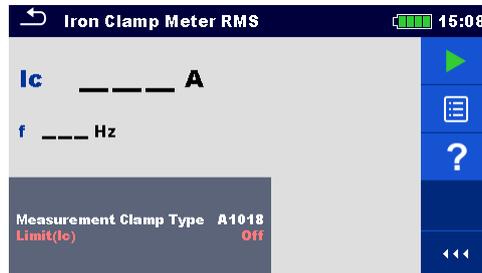


Image 11.89: Menu de mesure du courant RMS avec pince classique

Paramètres de test pour la *mesure du courant RMS avec pince classique*:

Type de pince de mesure Définir le type de pince : [A1018]

Limite (Ic)

Sélection de la valeur limiteion: [OFF, 10 mA – 9.00 A]

Procédure de mesure du mètre de la pince en fer RMS :

- Sélectionner la fonction de mesure *du* courant RMS avec pince classique
- Définir les paramètres de test (type de pinces et limite).
- Connecter la pince à l'appareil et à l'objet à tester.
- Appuyer sur la touche Run pour débiter la mesure.
- Attendre que les résultats de test soient affichés à l'écran.
- Appuyer à nouveau sur la touche Run pour stopper la mesure.
- Sauvegarder les résultats (optionnel).

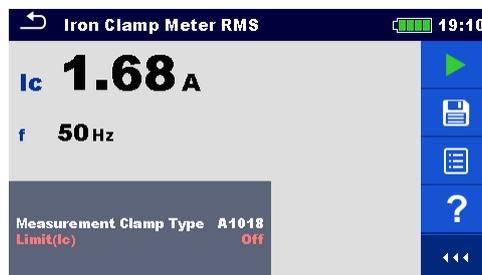


Image 11.90: Exemple de résultats de mesure du du courant RMS avec pince classique

Note:

- Prendre en considération les avertissements affichés lors du début de la mesure !



11.9.2 Mesure du courant RMS avec pince flex

Le test peut être démarré à partir de la fenêtre de mesure du mètre de la pince flex RMS. Avant d'effectuer un test, les paramètres suivants (Nombre de tours F1 - F4) peuvent être modifiés.

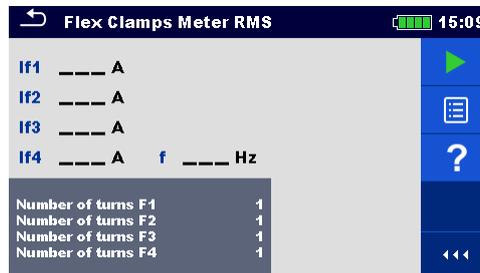


Image 11.91: Menu de mesure du courant RMS avec pince flex

Paramètres de de mesure du courant RMS avec pince flex:

Nombre de tours F1 Définir le nombre de tours pour la pince Flex 1 : [1, 2, 3, 4, 5, 6]

Nombre de tours F2 Définir le nombre de tours pour la pince Flex 2 : [1, 2, 3, 4, 5, 6]

Nombre de tours F3 Définir le nombre de tours pour la pince Flex 3 : [1, 2, 3, 4, 5, 6]

Nombre de tours F4 Définir le nombre de tours pour la pince Flex 4 : [1, 2, 3, 4, 5, 6]

Procédure de mesure du courant RMS avec pince flex:

- Sélectionner la fonction de mesure du courant RMS avec pince flex
- Définir les paramètres de test (nombre de tours 1-4).
- Connecter les pinces flex à l'appareil et à l'objet à tester.
- Appuyer sur la touche Run pour débuter la mesure.
- Attendre que les résultats soient affichés à l'écran.
- Appuyer sur la touche Run pour stopper la mesure.
- Sauvegarder les résultats (optionnel).

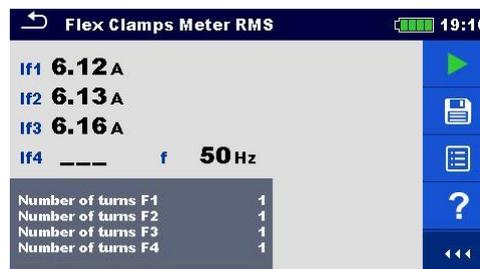


Image 11.92: Exemple de résultats de mesure du courant RMS avec pince flex

Note:

- Prendre en considération les avertissements affichés lors du début de la mesure !

Notes (Flex):

- Si vous n'utilisez qu'une, deux ou trois pinces flexibles, connectez toujours une pince à la borne F1 (port de synchronisation).
- Veillez à ce que la flèche marquée sur les pinces pointe dans le sens du courant pour une mesure correcte.
- S'assurer que le nombre de tours est correctement saisi dans la fenêtre des paramètres de test.

11.10 Mode de vérification

Le mode de vérification fournit un moyen simple et efficace de vérifier l'instrument et les accessoires de l'analyseur de terre, en particulier les pinces Flex et les pinces classiques.

Cases à cocher	Mesures	Mode de test	BF	HF	Filtre	Tension de Test
Uh, Us, Ues, f, Igen, Ic, If1, If2, If3, If4	Vérification en tension	unique	55 Hz	15 kHz	FFT	20/40 V
	Vérification en courant	unique	55 Hz	15 kHz	FFT	20/40 V
	Vérification des pinces classiques et des pinces flex	unique	55 Hz	1,5 kHz	FFT	20/40 V

Tableau 11.93: Mesures à cocher disponible sur le MI 3290

Note:

- ❑ Le menu de vérification doit être utilisé pour s'assurer que le compteur lit correctement les valeurs entre les étalonnages, mais elle ne doit pas être considérée comme un substitut à l'étalonnage complet du fabricant sur l'appareil.

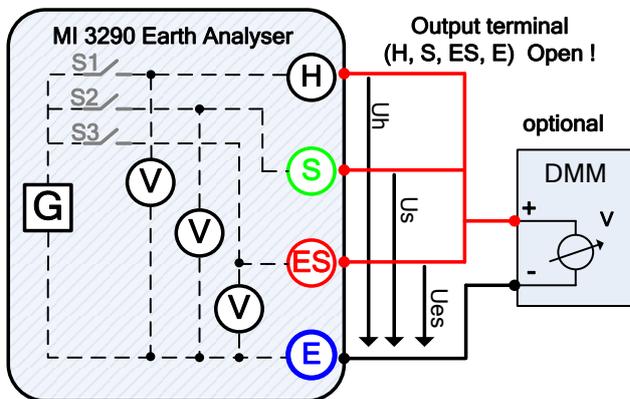


Image 11.94: Menu de vérification Exemple de vérification en tension

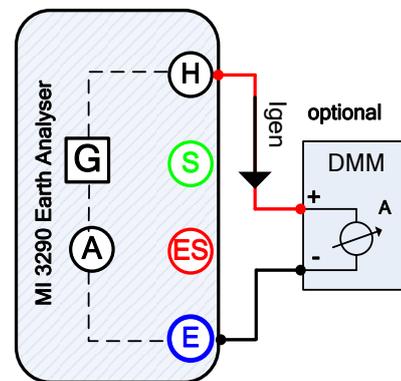


Image 11.95: Menu de vérification Exemple de vérification en courant

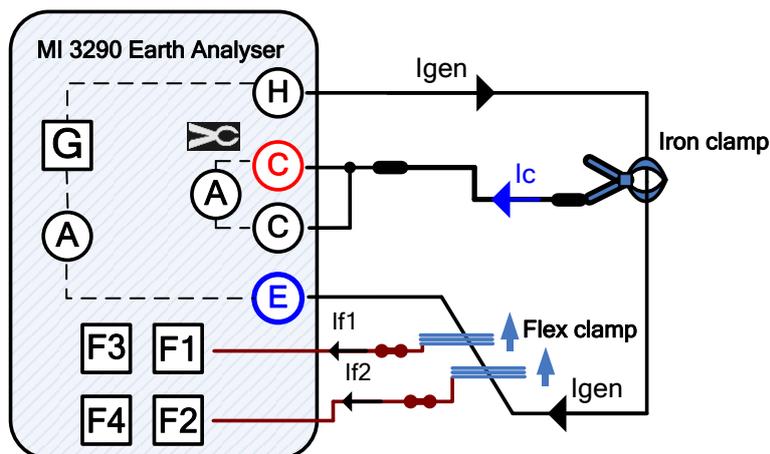


Image 11.96: Menu de vérification des pinces classiques et flex



11.10.1 Menu de vérification – vérification en tension

Le test peut être démarré à partir de la fenêtre de mesure Vérification - Tension. Avant d'effectuer un test, les paramètres suivants (Tension de test et Fréquence de test) peuvent être édités. Les bornes de sortie H, S, ES et E doivent être ouvertes.

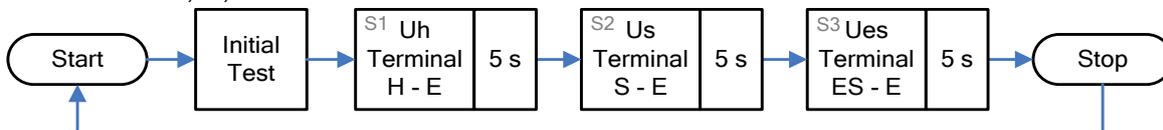


Image 11.97: Vérifier l'organigramme de mesure de vérification en tension-

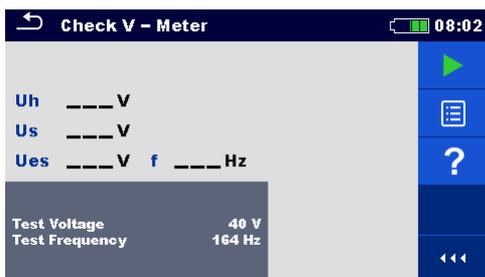


Image 11.98: Menu de vérification en tension

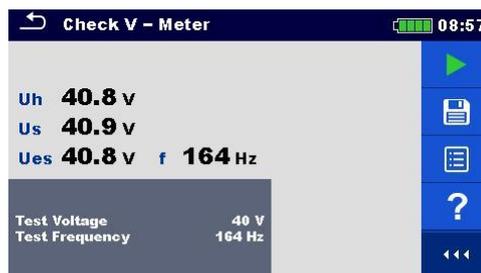


Image 11.99: Exemple de résultat de vérification en tension

Paramètres de test pour la vérification en tension :

Tension de test de Définir la tension de test : [20 V ou 40 V]

Fréquence de Test de Définir la fréquence de test : [55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz, 329 Hz, 659 Hz, 1.31 kHz, 1.50 kHz, 2.63 kHz, 3.29 kHz 6.59 kHz, 13.1 kHz, 15.0 kHz]

Procédure de mesure de vérification en tension :

- Sélectionner la fonction de mesure de vérification de tension.
- Définir les paramètres de test (tension et fréquence).
- Débrancher les accessoires des bornes H, S, ES et E et connecter le V-mètre de référence.
- Appuyer sur la touche Run pour débuter la mesure.
- Attendre que les résultats soient affichés à l'écran.
- Evaluer les résultats de mesure.
- Sauvegarder les résultats (optionnel).



11.10.2 Menu de vérification en courant

Le test peut être démarré à partir de la fenêtre de mesure de vérification en courant. Avant d'effectuer un test, les paramètres suivants (Tension de test et Fréquence de test) peuvent être édités. Les bornes de sortie H et E doivent être court-circuitées à l'aide du mètre A de référence.

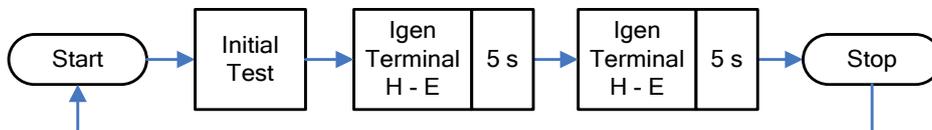


Image 11.100: Vérifier l'organigramme de mesure de vérification du courant- mètre

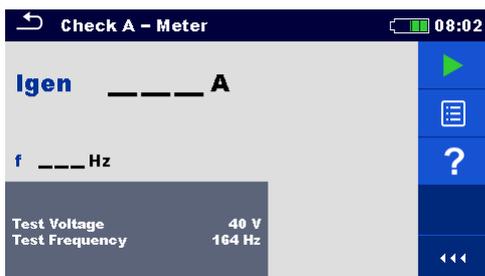


Image 11.101: Menu de vérification en courant



Image 11.102: Exemple de mesure de vérification en courant

Paramètres de test de vérification en courant :

Tension de Test de Définir la tension de test : [20 V ou 40 V]

Fréquence de Test de Définir la fréquence de test : [55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz, 329 Hz, 659 Hz, 1.31 kHz, 1.50 kHz, 2.63 kHz, 3.29 kHz 6.59 kHz, 13.1 kHz, 15.0 kHz]

Procédure de mesure de vérification en courant :

- Sélectionner la fonction de mesure de vérification du courant.
- Définir les paramètres de test (tension et fréquence).
- Court circuiter les bornes H et E en utilisant le mètre de reference A.
- Appuyer sur la touche Run pour débiter la mesure.
- Attendre que les résultats de test soient affichés à l'écran.
- Evaluer les résultats de mesure.
- Sauvegarder les résultats (optionnel).



11.10.3 Menu de vérification des pinces classiques ou des pinces flex

Le test peut être démarré à partir de la fenêtre du menu de vérification des pinces classiques et des pinces flex. Avant d'effectuer un test, les paramètres suivants (Type de pince de mesure, Tension de test, Fréquence de test et Nombre de tours F1 - F4) peuvent être modifiés. Les bornes de sortie H et E doivent être court-circuitées.



Image 11.103: Menu de vérification des pinces classiques et des pinces flex



Image 11.104: Exemple de mesure de vérification des pinces classiques et des pinces flex

Paramètres de test classiques de vérification des pinces classiques et des pinces flex:

Type de pinces de mesure	Définir le type de pinces en fer: [A1018]
Tension de Test	Définir la tension de test : [20 V or 40 V]
Fréquence de test	Définir la fréquence de test : [55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz, 329 Hz, 659 Hz, 1.31 kHz, 1.50 kHz]
Nombre de tours F1	Définir le nombre de tours pour la pince Flex 1 : [1, 2, 3, 4, 5, 6]
Nombre de tours F2	Définir le nombre de tours pour la pince Flex 2 : [1, 2, 3, 4, 5, 6]
Nombre de tours F3	Définir le nombre de tours pour la pince Flex 3 : [1, 2, 3, 4, 5, 6]
Nombre de tours F4	Définir le nombre de tours pour la pince Flex 4 : [1, 2, 3, 4, 5, 6]

Procédure de vérification des pinces classiques et des pinces flex :

- Sélectionner la fonction de vérification des pinces classiques et des pinces flex.
- Définir les paramètres de test (type de pinces, tension, fréquence et nombre de tours 1-4).
- Court circuiter les bornes H et E.
- Connecter les pinces fer/flex à l'appareil et enrouler le câble qui court circuite les bornes H et E.
- Appuyer sur la touche Run pour débuter la mesure.
- Attendre que les résultats de mesure soient affichés à l'écran.
- Evaluer les résultats de mesure. (Les comparer avec le courant Igen affiché).
- Sauvegarder les résultats (optionnel).

Note:

- Prendre en considération les avertissements affichés lors du début de la mesure !

Notes (Flex):

- Si vous n'utilisez qu'une, deux ou trois pinces flexibles, connectez toujours une pince à la borne F1 (port de synchronisation).
- Veillez à ce que la flèche marquée sur les pinces pointe dans le sens du courant pour une mesure correcte.
- S'assurer que le nombre de tours est correctement saisi dans la fenêtre des paramètres de test.

12 Auto Sequences®

Des séquences de mesures préprogrammées peuvent être effectuées dans le menu Auto Sequence. La séquence des mesures, leurs paramètres et le déroulement de la séquence peuvent être programmés. Les résultats d'une Auto Sequence peuvent être stockés dans la mémoire avec toutes les informations associées.

Une Auto Sequence peut être préprogrammée sur un PC avec le logiciel Metrel ES Manager et téléchargé sur l'appareil. Sur l'appareil, les paramètres et limites d'un test simple dans l'Auto Sequence peuvent être modifiés / définis.

12.1 Sélection d'Auto Sequence®

La liste d'Auto Sequence dans le menu groupes d'Auto Sequence doit être sélectionnée en premier. Se référer au chapitre Annexe E- Programmation d'une Auto Sequence pour plus d'informations. L'Auto Sequence à exécuter peut alors être sélectionnée dans le menu principal Auto Sequence. Ce menu peut être organisé de manière structurée avec des dossiers, des sous-dossiers et Auto Sequence.

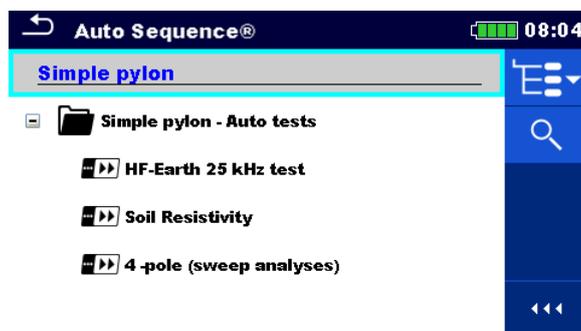


Image 12.1: Menu principal d'Auto Sequence

Options



Accéder au menu pour une vue plus détaillée de l'Auto Séquence sélectionnée.

Cette option doit également être utilisée si les paramètres / limites de l'Auto Sequence sélectionnée doivent être modifiés. Se référer au chapitre **12.2.1 Menu de visualisation de l'Auto Sequence** pour plus d'informations.



Débuter l'Auto Sequence sélectionnée.
L'appareil débute immédiatement l'Auto Sequence.

12.2 Organisation d'Auto Sequence®

Une Auto Sequence® est divisée en trois phases :

- ❑ Avant de lancer le premier test, le menu d'affichage de l'Auto Sequence® est affiché (sauf s'il a été démarré directement à partir du menu principal de l'Auto Sequence®). Ce menu permet de régler les paramètres et les limites des mesures individuelles.
- ❑ Pendant la phase d'exécution d'une Auto Sequence®, des tests simples pré-programmés sont effectués. La séquence des tests simples est contrôlée par des commandes de flux.
 - ❑ Une fois la séquence de test terminée, le menu des résultats de l'Auto Sequence apparaît. Les détails des tests individuels peuvent être visualisés et les résultats peuvent être sauvegardés dans l'organiseur de mémoire.

12.2.1 Menu de visualisation d' Auto Sequence®

Dans le menu d'affichage de l'Auto Sequence®, l'en-tête et les tests simples de la séquence sélectionnée s'affichent. L'en-tête contient le nom et la description de l'Auto Sequence®. Avant de lancer l'Auto Sequence®, il est possible de modifier les paramètres de test / limites des mesures individuelles.

Menu de visualisation de l'Auto Sequence (l'en-tête est sélectionné)

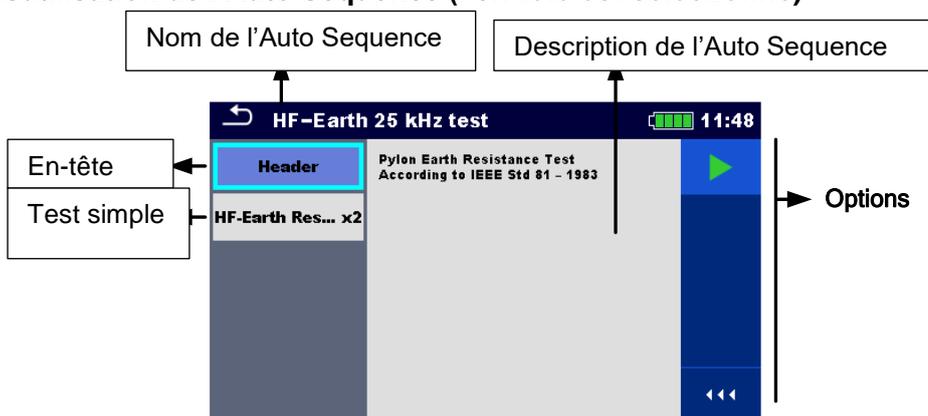


Image 12.1: Menu de visualisation de l'Auto Sequence® - en tête sélectionnée

Options



Début l'Auto Sequence®.

Menu de visualisation d'Auto Sequence® (la mesure est sélectionnée)

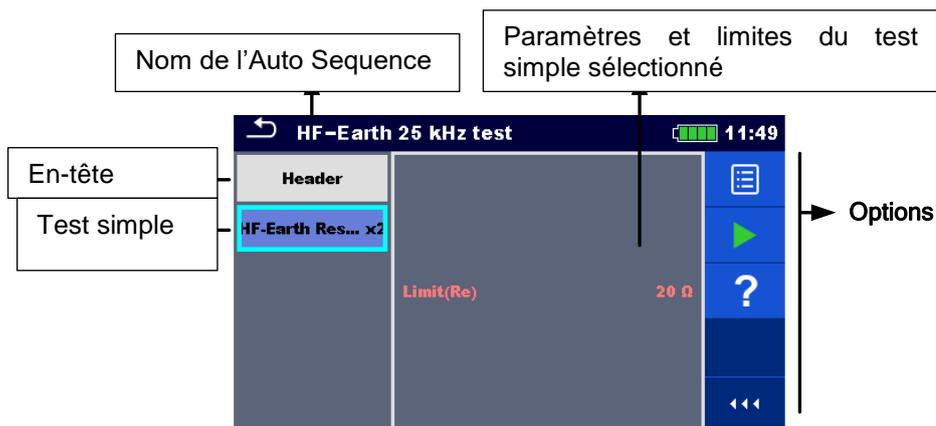


Image 12.2: Menu de visualisation de l'Auto Sequence – la mesure est sélectionnée

Options



Sélection d'un test simple.



Ouverture du menu de modification des paramètres et des limites des mesures sélectionnées.



on



Se référer au chapitre **10.1.2 Définir les paramètres et limites des tests simples** pour plus d'informations sur la modification des paramètres et des limites de mesure.

Indication de nœuds



Le 'x2' joint à la fin du nom du test simple indique qu'une boucle de tests simples est programmée. Cela signifie que le test simple marqué sera exécuté autant de fois que le nombre indiqué derrière le "x". Il est possible de sortir de la boucle avant, à la fin de chaque mesure individuelle.

12.2.2 Exécution pas à pas d'une Auto Sequence®

Pendant que l'Auto séquence est en cours d'exécution, elle est contrôlée par des commandes de flux . Les exemples d'actions contrôlées par des ordres de flux sont les suivants :

- ❑ Pauses pendant la sequence de test
- ❑ buzzer
- ❑ Exécution d'une sequence de test en fonction des résultats de mesure

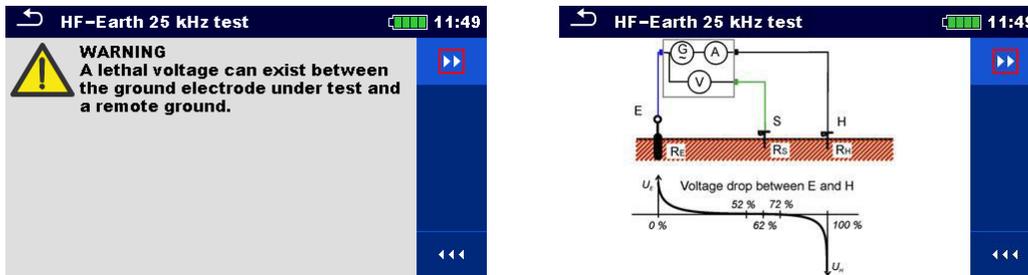


Image 12.4: Auto Sequence® – exemple d'une pause suivie d'un message (texte ou photo)

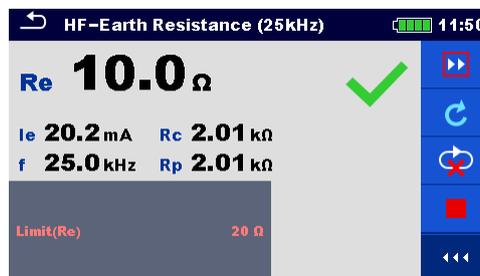


Image 12.5: Auto Sequence® – exemple d'une mesure terminée avec les options de déroulement

Options (pendant l'exécution d'une Auto Sequence®)



Passer à l'étape suivante de la séquence de test.



Répète la mesure.
Le résultat du test simple affiché ne sera pas stocké.



Terminer l'Auto Sequence® et accéder à l'écran de résultats d'Auto Sequence®.



Quitte la boucle des tests simples et passe à l'étape suivante de la séquence de test.

Les options proposées sur le panneau de contrôle dépendent du test simple sélectionné, de ses résultats et de son flux de test programmé.

12.2.5 Ecran de résultats de l'Auto Sequence®

Après la fin de l'Auto Sequence, l'écran de résultats d'Auto Sequence est affiché. Sur le côté gauche de l'écran, les tests simples et leurs statuts au sein de l'Auto Sequence sont affichés. Au milieu de l'écran, l'en-tête de l'Auto Sequence est affiché. En haut de l'écran, le statut général de l'Auto Sequence est affiché. Se référer au chapitre **9.1.1 Statuts de mesure** pour plus d'informations.

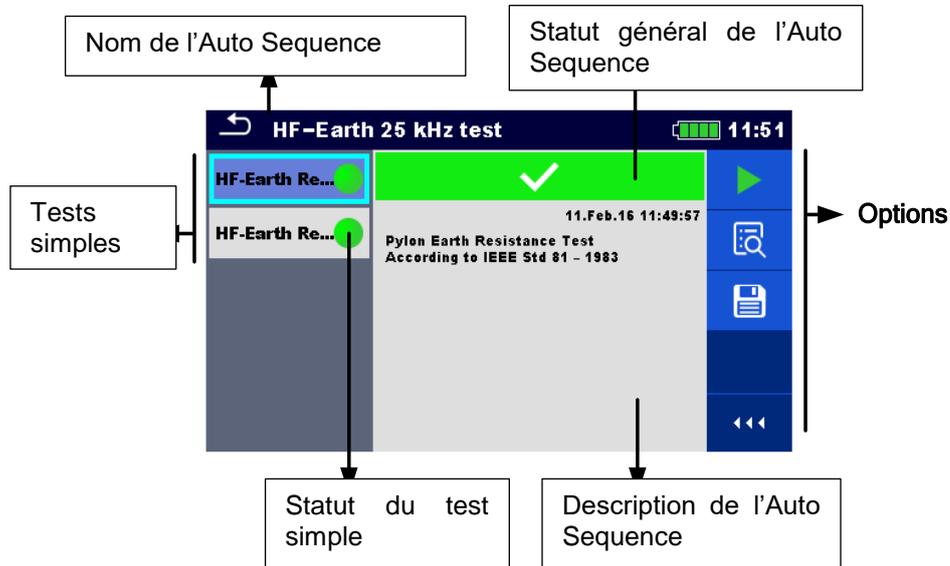


Image 12.6: Ecran de résultat Auto Sequence®

Options



Débuter le test
Débute une nouvelle Auto Sequence®.



Voir les résultats des mesures individuelles.
L'appareil passe au menu pour afficher les détails de l'Auto Sequence®.



Sauvegarde des résultats d'Auto Sequence.
Une nouvelle Auto Sequence a été sélectionnée et démarrée à partir d'un objet Structure dans l'arborescence :

- L'Auto Sequence sera sauvegardée sous l'objet de structure sélectionné.

Une nouvelle Auto Sequence a été commencée depuis le menu principal d'Auto Sequence:

- L'enregistrement sous le dernier objet Structure sélectionné sera proposé par défaut. L'utilisateur pourra sélectionner un autre objet de structure ou en créer un nouveau. En appuyant sur  dans le menu de l'organiseur de mémoire, l'Auto Sequence est sauvegardée à l'endroit sélectionné.

Une mesure vide a été sélectionnée dans l'arborescence et débutée :

- Le(s) résultat(s) seront ajoutés à l'Auto Sequence. Le statut de l'Auto Sequence passera de 'vide' à 'terminée'.

Une Auto Sequence déjà exécutée a été sélectionnée dans l'arborescence, visualisée puis redémarrée :

- Une nouvelle Auto Sequence sera sauvegardée sous l'objet de structure sélectionné.

Options du menu de visualisation des détails des résultats de l'Auto Sequence®



Les détails du test simple sélectionné dans l'Auto Sequence sont affichés.



Ouvre le menu pour afficher les paramètres et les limites des mesures sélectionnées. Se référer au chapitre **10.1.2 Définir les paramètres et limites des tests simples** pour plus d'informations.

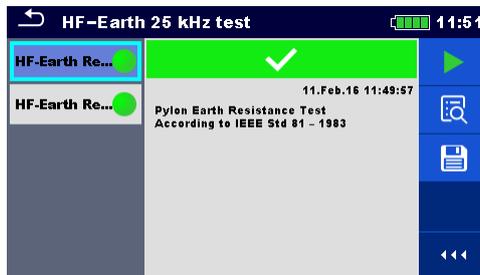


Image 12.7: Détails du menu d'affichage des résultats de l'Auto Sequence

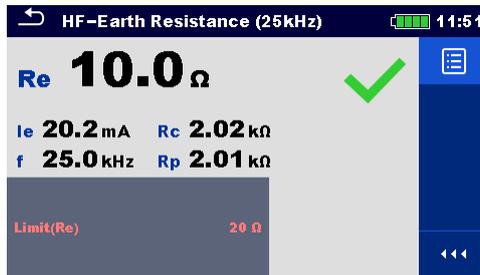


Image 12.8: Détails du test simple dans le menu des résultats de l'Auto Sequence

12.2.6 Ecran de mémoire de l'Auto Sequence

Dans la mémoire de l'Auto Sequence, vous pouvez visualiser les détails de l'écran de la mémoire de l'Auto Sequence et redémarrer une nouvelle Auto Sequence.



Image 12.9: Ecran de mémoire de l'Auto Sequence

Options



Réessayez l'Auto Sequence®.
Entrez dans le menu pour une nouvelle Auto Sequence®.



Entrez dans le menu pour afficher les détails de l'Auto Sequence®.

13 Communication

L'appareil peut communiquer avec le logiciel Metrel ES Manager. Les actions suivantes sont supportées :

- ❑ Les résultats enregistrés et l'arborescence de l'organiseur de mémoire peuvent être téléchargés et stockés sur un PC.
- ❑ L'arborescence et l'Auto Sequence® du logiciel Metrel ES Manager peuvent être téléchargées sur l'appareil.

Le logiciel Metrel ES Manager est utilisable avec Windows 7, Windows 8, Windows 8.1 et Windows 10. Deux interfaces de communication sont disponibles sur l'appareil: USB et Bluetooth.

Comment établir un lien USB :

- ❑ Connecter un port USB au connecteur USB de l'instrument à l'aide du câble d'interface USB.
- ❑ Allumer l'ordinateur et l'appareil.
- ❑ Mettre en marche le logiciel Metrel ES Manager.
- ❑ Définir le port de communication souhaité. (Le port COM est identifié comme "USB Serial Port".)
- ❑ S'il n'est pas visible, veuillez à installer le bon pilote USB (voir notes).
- ❑ L'appareil est préparé à communiquer avec le PC par USB.

Communication Bluetooth

Le module Bluetooth interne permet une communication aisée via Bluetooth avec les périphériques PC et Android.

Comment configure un lien Bluetooth entre l'appareil et le PC :

- ❑ Mettre en marche l'appareil.
- ❑ Sur PC, configurez un port série standard pour permettre la communication via la liaison Bluetooth entre l'instrument et le PC. En général, aucun code n'est nécessaire pour l'appairage des appareils.
- ❑ Lancer le logiciel Metrel ES Manager.
- ❑ Définir le port de communication configuré
- ❑ L'appareil est prêt à communiquer avec le PC par Bluetooth.

Notes:

- ❑ Les pilotes USB doivent être installés sur l'ordinateur avant d'utiliser l'interface USB. Se référer aux instructions d'installation disponibles sur le CD d'installation ou téléchargez les pilotes sur le site internet <http://www.ftdichip.com> (Le MI 3290 utilise la puce FT230X).
- ❑ Le nom du périphérique Bluetooth correctement configuré doit comprendre le type de l'appareil plus le numéro de série, ex : MI 3290-12345678I.
- ❑ Le code de couplage Bluetooth avec le périphérique est NNNN

14 Maintenance

Les personnes non-autorisées ne sont pas autorisées à ouvrir l'appareil MI 3290. Il n'y a aucun composant à l'intérieur de l'appareil remplaçable par l'utilisateur. Les batteries ne peuvent être remplacées que par des batteries certifiées et seulement par du personnel autorisé.

14.1 Nettoyage

Aucun entretien particulier n'est nécessaire pour le boîtier. Pour nettoyer la surface de l'instrument, utilisez un chiffon doux légèrement humidifié avec de l'eau savonneuse ou de l'alcool. Laisser ensuite sécher complètement l'instrument avant utilisation.

Attention:

- ❑ Ne pas utiliser de liquides à base de pétrole ou d'hydrocarbures!
- ❑ Ne pas renverser de liquide nettoyant sur l'appareil!

14.2 Calibration Périodique

Il est essentiel que l'appareil de contrôle soit calibré régulièrement afin de garantir les caractéristiques techniques indiquées dans ce manuel. Nous recommandons un calibrage annuel. Seul SEFRAM peut effectuer le calibrage. Veuillez contacter SEFRAM pour de plus amples informations.

14.3 S.A.V

Pour toute réparation sous garantie ou hors garantie, veuillez contacter SEFRAM.

14.4 Mettre à jour l'appareil

L'appareil peut être mis à jour à partir d'un PC via le port de communication USB. Ceci permet de maintenir l'appareil à jour même en cas de modification des normes ou réglementations. La mise à jour du logiciel nécessite un accès Internet et peut être effectuée à partir de l'application Metrel ES Manager software à l'aide d'un logiciel spécial de mise à jour – FlashMe qui vous guidera dans la procédure de mise à jour. Pour plus d'informations, se référer au fichier d'aide du logiciel Metrel ES Manager.

Note:

- ❑ Voir le chapitre 13 Communication pour plus de détails sur l'installation du pilote USB.

15 Spécifications techniques

15.1 Terre [Ze]

15.1.1 2, 3, 4 - pôles

Principe de mesure..... Mesure de tension / courant

Terre	Fréquence de Test	Gamme de mesure	Résolution	Précision (* Voir notes)
Ze	55 Hz ... 329 Hz	0,010 Ω ... 1,999 Ω	0,001 Ω	±(3 % de la lecture + 3 digits)
		2,00 Ω ... 19,99 Ω	0,01 Ω	
		20,0 Ω ... 199,9 Ω	0,1 Ω	
		200 Ω ... 999 Ω	1 Ω	
		1,000 kΩ ... 1,999 kΩ	0,001 kΩ	
		2,00 kΩ ... 19,99 kΩ	0,01 kΩ	
	659 Hz ... 2,63 kHz	0,00 Ω ... 19,99 Ω	0,01 Ω	±(5 % de la lecture + 3 digits)
		20,0 Ω ... 199,9 Ω	0,1 Ω	
		200 Ω ... 999 Ω	1 Ω	
		1,000 kΩ ... 1,999 kΩ	0,001 kΩ	
	3,29 kHz ... 15,0 kHz	0,00 Ω ... 19,99 Ω	0,01 Ω	±(8 % de la lecture + 3 digits)
		20,0 Ω ... 199,9 Ω	0,1 Ω	

Mode de Test..... unique ou balayage

Tension de test en circuit ouvert..... 20 ou 40 Vac

Fréquence de Test 55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz,
 329 Hz, 659 Hz, 1.31 kHz, 1.50 kHz,
 2.63 kHz, 3.29 kHz, 6.59 kHz, 13.1 kHz, 15.0kHz

Courant de court-circuit > 220 mA @ 164 Hz, 40 Vac

Gamme (Ze) 0,1 Ω ... 5 kΩ (OFF)

Signal de test en tension onde sinusoïdale

Définition Ze Valeur de l'Impédance Z(f).

Définition Re..... Impédance, en excluant la réactance R.

Temps de mesure voir le tableau 15.2

Test automatique de résistance de la sonde. oui (3, 4 - pôles)

Test automatique de connexion oui [H, S, ES, E]

Sélection de gamme automatique oui

Test automatique du bruit de tension oui

* Notes:

- L'incertitude dépend de la compensation correcte des cordons de test pour 2, 3 pôles et de la résistance des sondes et des électrodes de terre auxiliaires (voir 15.8 Influence des électrodes auxiliaires).
- Lors de mesures à des fréquences élevées > 659 Hz, il convient d'accorder une attention particulière au câblage, aux effets parasites, etc.
 Utiliser le terminal de protection pour H.1
 Résolution de mesure uniquement pour les mesures à 3, 4 pôles, résistance des électrodes de terre auxiliaires. Rc < 300 et fréquence de test ≤ 329 Hz.

15.1.2 Sélective (Pince Classique)

Principe de mesure: Mesure de tension / courant (Pince classique externe)

Impédance de terre sélective	Fréquence de test	Gamme de mesure	Résolution	Précision (* Voir notes)
Zsel	55 Hz ... 329 Hz	0,010 Ω ... 1,999 Ω	0,001 Ω	±(8 % de la lecture + 3 digits)
		2,00 Ω ... 19,99 Ω	0,01 Ω	
		20,0 Ω ... 199,9 Ω	0,1 Ω	
		200 Ω ... 999 Ω	1 Ω	
		1,000 kΩ ... 1,999 kΩ	0,001 kΩ	
		2,00 kΩ ... 19,99 kΩ	0,01 kΩ	
	659 Hz ... 1,50 kHz	0,00 Ω ... 19,99 Ω	0,01 Ω	
		20,0 Ω ... 199,9 Ω	0,1 Ω	
		200 Ω ... 999 Ω	1 Ω	
		1,000 kΩ ... 1,999 kΩ	0,001 kΩ	

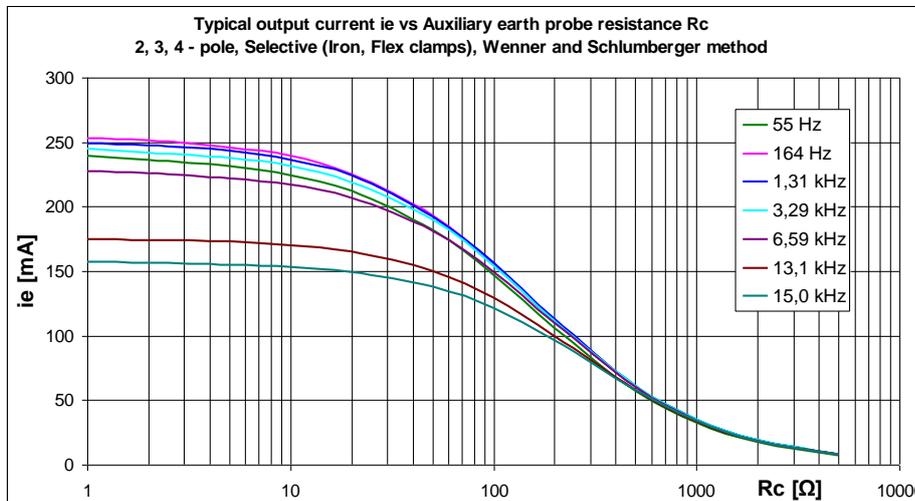
Mode de test unique ou balayage
 Tension de test en circuit ouvert..... 40 Vac
 Fréquence de test..... 55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz, 329 Hz, 659 Hz, 1.31 kHz, 1.50 kHz,
 Courant de court-circuit de test > 220 mA @ 164 Hz, 40 Vac
 Gamme (Zsel) 0,1 Ω ... 5 kΩ (OFF)
 Signal de test en tension onde sinusoïdale
 Définition Zsel..... Valeur de l'impédance Z(f).
 Temps de mesure voir tableau 15.2
 Type de pinces de mesure A1018
 Test automatique de résistance de la sonde.oui
 Test automatique de connexion oui [H, S, ES, E]
 Sélection automatique de la gamme oui
 Test automatique du bruit de tension oui
 Indication de faible courant de pince..... oui [Ic]

* Notes:

- L'incertitude dépend de la résistance des sondes et des électrodes de terre auxiliaires (voir 15.8 Influence des électrodes auxiliaires).

Résolution de 1 mΩ seulement pour la résistance des électrodes de terre auxiliaires.

Rc < 300Ω et fréquence de test ≤ 329 Hz.



15.1.3 2 Pinces

Principe de mesure: Mesure de résistance dans des boucles fermées à l'aide de deux pinces classiques

Impédance des boucles	Gamme de mesure	Résolution	Précision
Ze	0,00 Ω ... 9,99 Ω	0,01 Ω	±(5 % de la lecture + 2 digits)
	10,0 Ω ... 49,9 Ω	0,1 Ω	±(10 % de la lecture + 2 digits)
	50 Ω ... 100 Ω	1 Ω	±(20 % de la lecture)

Mode de Test.....continu
 Distance entre les pinces de test..... > 30 cm (min)
 Fréquence de Test 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz, 329 Hz
 Gamme (Ze) 0,1 Ω ... 40 Ω (OFF)
 Signal de test en tension onde sinusoïdale
 Définition Ze Valeur de l'Impédance Z(f).
 Ratio de rafraichissement de la mesure..... généralement 3 s à 164 Hz (selon la fréquence de test)
 Type de pince de mesure A1018
 Type de pince de générateur A1019
 Sélection automatique de la gamme oui
 Test automatique du bruit de tension oui
 Indication du courant de pinces minimum ... oui [Ic]

Courant de boucle typique (test)	Impédances de boucles					
	10 mΩ	100 mΩ	500 mΩ	1 Ω	5 Ω	10 Ω
164 Hz	6,8 A	0,36 A	80 mA	40 mA	8 mA	4 mA

Tableau 15.1: Courant de boucle (test) typique pour différentes impédances de boucle

15.1.4 Passive (Pinces Flex 1-4)

Principe de mesure : Mesure de tension/courant (Pince flex externe)

Impédance de terre totale	Gamme de mesure	Résolution	Précision
Ztot	0,00 Ω ... 19,99 Ω	0,01 Ω	±(8 % de la lecture + 3 digits)
	20,0 Ω ... 199,9 Ω	0,1 Ω	
	200 Ω ... 999 Ω	1 Ω	
	1,000 Ω ... 1,999 Ω	0,001 kΩ	
	2,00 kΩ ... 19,99 kΩ	0,01 kΩ	

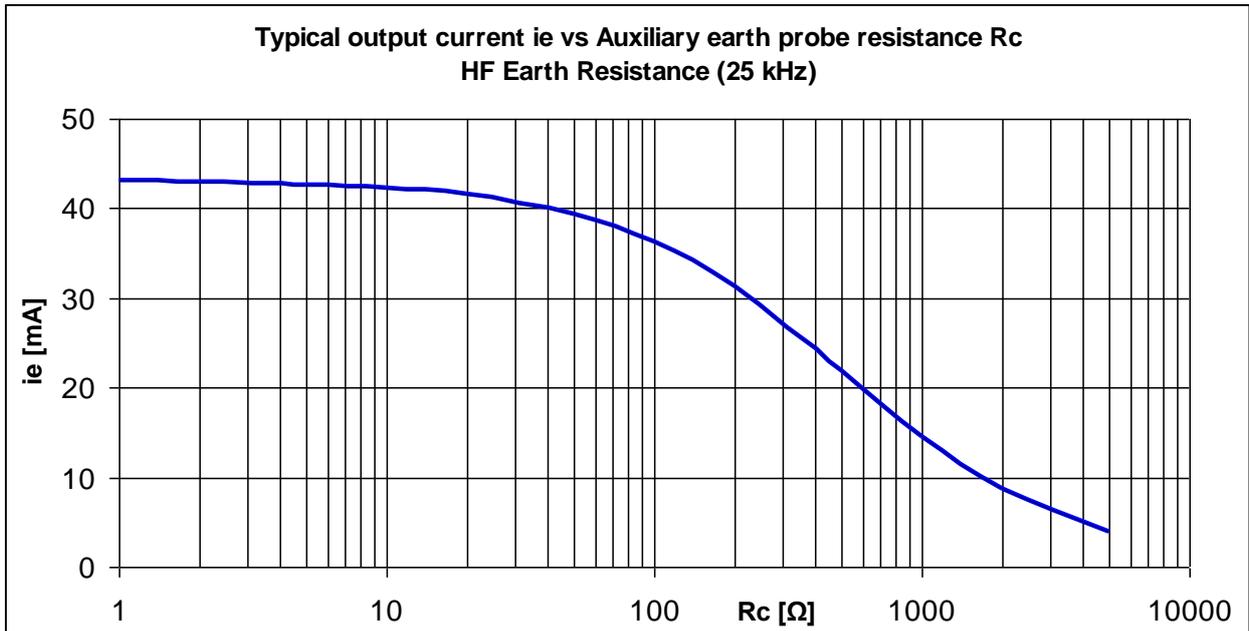
Mode de Test.....continu
 Fréquence Nominale 45 Hz ... 150 Hz
 Gamme (Zsel) 0,1 Ω ... 5 kΩ (OFF)
 Définition Ztot Valeur de l'Impédance Z(f).
 Ratio de rafraichissement de la mesure..... généralement 6 s
 Résistance d'entrée (S) 1,2 MΩ
 Test automatique de connexion oui [S]
 Sélection de gamme automatique oui
 Test automatique du bruit de tension oui
 Indication du courant de pince minimum oui [If1, If2, If3, If4]
 Reconnaissance de pince automatique oui [F1, F2, F3, F4]

15.1.5 Résistance de terre HF (25 kHz)

Principe de mesure..... Mesure de courant / tension

Résistance de terre	Gamme de mesure	Résolution	Précision
Re	0,0 Ω ... 19,9 Ω	0,1 Ω	±(3 % de la lecture + 2 digits)
	20 Ω ... 299 Ω	1 Ω	

- Mode de Test..... unique
- Tension de test en circuit ouvert..... 40 Vac
- Fréquence de tension de test..... 25 kHz
- Courant de court-circuit > 40 mA
- Gamme (Re) 1 Ω ... 100 Ω (OFF)
- Signal de Test en tension..... onde sinusoïdale
- Définition Re..... Impédance excluant la valeur de la réactance
- Temps de mesure généralement 10 s
- Test automatique de résistance de la sonde. oui
- Test automatique de connexion oui [H, S, E]
- Sélection automatique de la gamme oui
- Test automatique du bruit de tension oui
- Compensation automatique de la composante inductive
..... oui
- Borne de protection oui



15.1.6 Sélective (Pincas Flex 1 - 4)

Principe de mesure : Mesure de tension / courant (Pince Flex externe)

Impédance de terre totale	Fréquence de Test	Gamme de mesure	Résolution	Précision (* Voir notes)
Ztot	55 Hz ... 329 Hz	0,010 Ω ... 1,999 Ω	0,001 Ω	±(8 % de la lecture + 3 digits)
		0,00 Ω ... 19,99 Ω	0,01 Ω	
		20,0 Ω ... 199,9 Ω	0,1 Ω	
		200 Ω ... 999 Ω	1 Ω	
		1,000 kΩ ... 1,999 kΩ	0,001 kΩ	
		2,00 kΩ ... 19,99 kΩ	0,01 kΩ	
	659 Hz ... 1,50 kHz	0,00 Ω ... 19,99 Ω	0,01 Ω	
		20,0 Ω ... 199,9 Ω	0,1 Ω	
		200 Ω ... 999 Ω	1 Ω	
		1,000 kΩ ... 1,999 kΩ	0,001 kΩ	

Mode de Test..... unique ou balayage

Tension de test en circuit ouvert..... 40 Vac

Fréquence de Test 55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz, 329 Hz, 659 Hz, 1.31 kHz, 1.50 kHz

Courant de court-circuit > 220 mA @ 164 Hz, 40 Vac

Gamme (Ztot) 0,1 Ω ... 5 kΩ (OFF)

Signal de test en tension onde sinusoïdale

Définition Ztot Valeur de l'impédance Z(f)

Temps de mesure voir Tableau 15.2

Test automatique de résistance de la sonde. oui

Test automatique de la connexion oui [H, S, ES, E]

Sélection automatique de la gamme oui

Test automatique du bruit de tension oui

Indication de courant faible de pince..... oui [If1, If2, If3, If4]

Reconnaissance automatique de pince oui [F1, F2, F3, F4]

*** Notes:**

- *L'incertitude dépend de la résistance des sondes et des électrodes de terre auxiliaires (voir 15.8 Influence des électrodes auxiliaires).*
- *Résolution de 1 mΩ seulement pour la résistance des électrodes de terre auxiliaires.*

Rc < 300Ω et fréquence de test ≤ 329 Hz.

Temps de mesure typique	Mesure					
	2 pôles	3 pôles	4 pôles	Sélective classiques)	(Pincas	Sélective (Pincas Flex 1-4)
55 Hz	17 s	32 s	45 s	57 s		1:13 s
329 Hz	8 s	11 s	15 s	19 s		23 s
1.50 kHz	6 s	10 s	12 s	15 s		18 s
6.59 kHz	6 s	9 s	12 s	/		/
15.0 kHz	6 s	9 s	11 s	/		/
balayage	1:14 s	2:17 s	3:20 s	3:35 s		4:30 s (1 x Pincas flex)

Tableau 15.2: Temps de mesure typiques pour différentes mesures

15.2 Mesures spécifiques de résistance de terre [ρ]

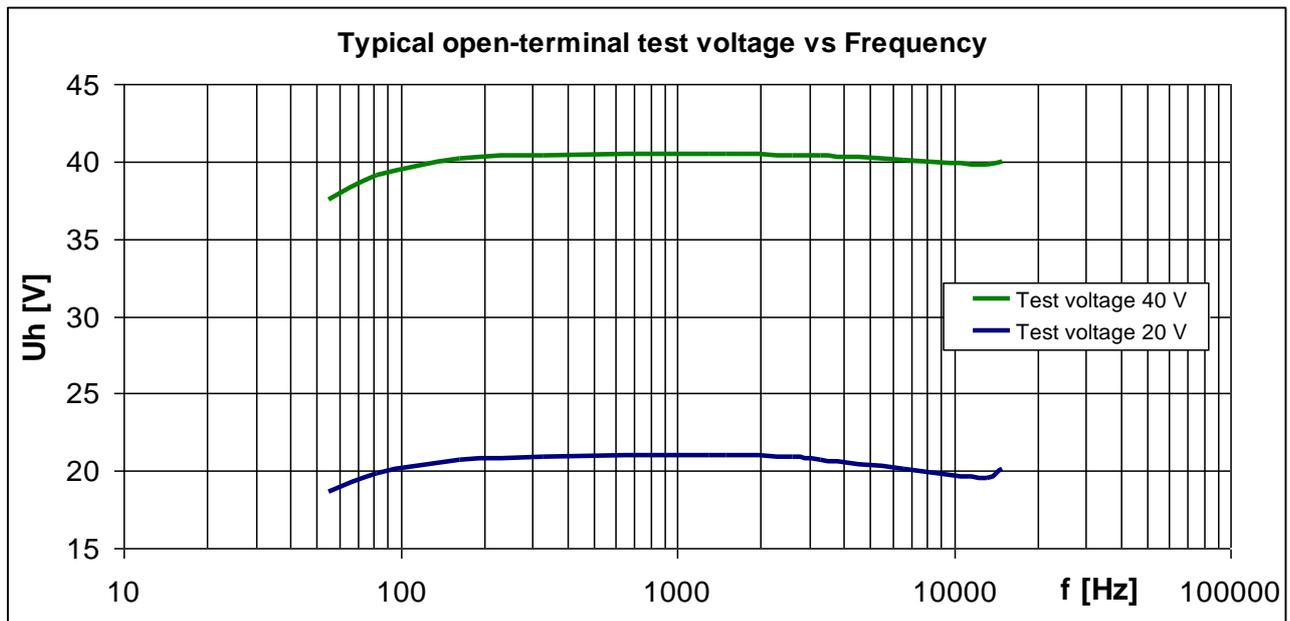
15.2.1 Méthodes Wenner et Schlumberger

Principe de mesure..... Mesure de tension / courant

Terre Spécifique	Gamme de mesure	Résolution	Précision
ρ	0,00 Ωm ... 19,99 Ωm	0,01 Ωm	Valeur calculée (prendre en considération la précision des mesures 4 pôles)
	20,0 Ωm ... 199,9 Ωm	0,1 Ωm	
	200 Ωm ... 999 Ωm	1 Ωm	
	1,000 kΩm ... 1,999 kΩm	0,001 kΩm	
	2,00 kΩm ... 19,99 kΩm	0,01 kΩm	

Terre Spécifique	Gamme de mesure	Résolution	Précision
ρ	0,00 Ωft ... 19,99 Ωft	0,01 Ωft	Valeur calculée (prendre en considération la précision des mesures 4 pôles)
	20,0 Ωft ... 199,9 Ωft	0,1 Ωft	
	200 Ωft ... 999 Ωft	1 Ωft	
	1,000 kΩft ... 1,999 kΩft	0,001 kΩft	
	2,00 kΩft ... 59,99 kΩft	0,01 kΩft	

Mode de Test..... unique
 Tension de test en circuit ouvert..... 20 Vac or 40 Vac
 Fréquence de Test 164 Hz
 Courant de court-circuit > 220 mA @ 164 Hz, 40 Vac
 Gamme (ρ) 0,1 Ωm ... 15 kΩm (OFF)
 Gamme (ρ) 1 Ωft ... 40 kΩft (OFF)
 Signal de test en tension onde sinusoïdale
 Temps de mesure voir Tableau 15.2
 Test automatique de résistance de la sonde. oui
 Test automatique de connexion oui [H, S, ES, E]
 Sélection automatique de la gamme oui
 Test automatique du bruit de tension oui



15.3 Potentiel de terre [Us]

15.3.1 Potentiel

Principe de mesure : Mesure de tension

Tension	Gamme de mesure	Résolution	Précision
Us	0,0 mV ... 999,9 mV	0,1 mV	Valeur calculée(prendre en considération la precision des mesures 3 pôles)
	1,000 V ... 9,999 V	1 mV	
	10,00 V ... 49,99 V	10 mV	

Mode de Test..... unique

Tension de test en circuit ouvert..... 40 Vac

Fréquence de Test 55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz, 329 Hz

Courant de court circuit de test > 220 mA @ 164 Hz

Résistance d'entrée (S) 1,2 MΩ

Temps de mesure voir Tableau 15.2 (3 - pôles)

Test automatique de résistance de la sonde. oui

Test automatique de connexion oui [H, S, E]

Sélection automatique de la gamme oui

Test automatique de bruit de tension..... oui

15.3.2 Source de courant S&T

Principe de mesure..... Mesure de Courant (MI 3290) / Tension (MI 3295M)

MI 3290 (source de courant)

Courant	Gamme de mesure	Résolution	Précision
Igen	0,0 mA ... 99,9 mA	0,1 mA	±(2 % de la lecture + 2 digits)
	100 mA ... 999 mA	1 mA	

Mode de Test..... continu

Tension de test en circuit ouvert..... 40 Vac

Fréquence de courant de test 55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz, 329 Hz

Courant de test min..... > 50 mA

Impédance de sortie du générateur..... ~ 100 Ω

Signal de test en tension onde sinusoïdale

Test automatique de connexion oui [H, E]

MI 3295M (mesure)

Tension	Gamme de mesure	Résolution	Précision
Um	0,01 mV ... 19,99 mV	0,01 mV	±(2 % de la lecture + 2 digits)
	20,0 mV ... 199,9 mV	0,1 mV	
	200 mV ... 1999 mV	1 mV	
	2,00 V ... 19,99 V	0,01 V	
	20,0 V ... 59,9 V	0,1 V	

Mode de test unique

Résistance d'entrée (sélectionnable) 1 kΩ, 1 MΩ

Gamme Ifault (sélectionnable)..... 10 A ... 200 kA

Rejet du bruit DSP filtering 55 Hz, 64 dB rejection of 50 (60) Hz noise

Pas et contact	Gamme de mesure	Résolution	Précision
Us, Ut	0,0 V ... 199,9 V	0,1 V	Valeur calculée
	200 V ... 999 V	1 V	

Le pas affiché / la tension de contact est obtenue sur la base de calcul: $Us, Ut = Um \cdot (Ifault / Igen)$

15.4 Impédance d'impulsion [Zp]

15.4.1 Mesure d'impulsion

Principe de mesure: Mesure de tension (crête) / courant (crête)

Impédance d'impulsion	Gamme de mesure	Résolution	Précision
Zp	0,0 Ω ... 19,9 Ω	0,1 Ω	±(8 % de la lecture + 8 digits)
	20 Ω ... 199 Ω	1 Ω	

- Mode de Test..... unique
- Tension de test en circuit ouvert..... ~120 V_{crête}
- Courant de court-circuit ~6 A_{crête}
- Forme d'onde d'impulsion 10 / 350 μs
- Définition Zp La tension de crête divisée par le courant de crête.
- Gamme limite (Zp) 1 Ω ... 100 Ω (OFF)
- Temps de mesure typical 20 s
- Test automatique de connexion oui [H, S, E]
- Test automatique de résistance de la sonde. oui (à 3, 29 kHz)
- Test automatique de bruit de tension..... oui
- Borne de protection oui

Influence des électrodes auxiliaires

La sonde de courant Rc et la sonde de potentiel Rp sont mesurées en utilisant une mesure à 3 pôles à une fréquence fixe de 3,29 kHz à une tension de test à bornes ouvertes de 40 Vca.

Rc et Rp max. (> 100 Ω + (40 * Ra)) or 1 kΩ (le moins élevé des deux)

Erreur supplémentaire en cas de dépassement de Rc ou Rp max ±(20 % de la lecture)

Influence du bruit

Tension maximale d'interférence de bruit aux bornes H, S et E 1 V rms

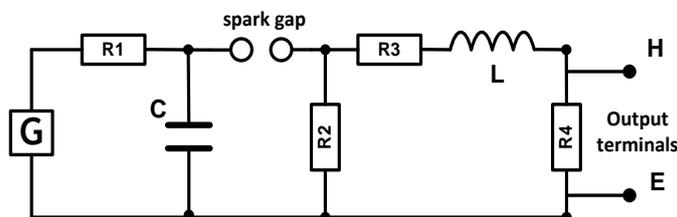


Image 15.1: Circuit simplifié du générateur d'impulsions dans le MI 3290

où:

- G Source haute tension
- R1..... Résistance de charge
- C Condensateur de stockage d'énergie
- R2, R4..... Résistances de mise en forme à durée d'impulsion
- R3..... Résistance d'adaptation d'impédance
- L Inductance de mise en forme temps de montée d'impulsion

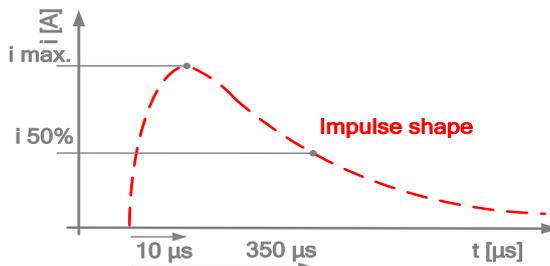


Image 15.2: Forme d'impulsion typique en court-circuit

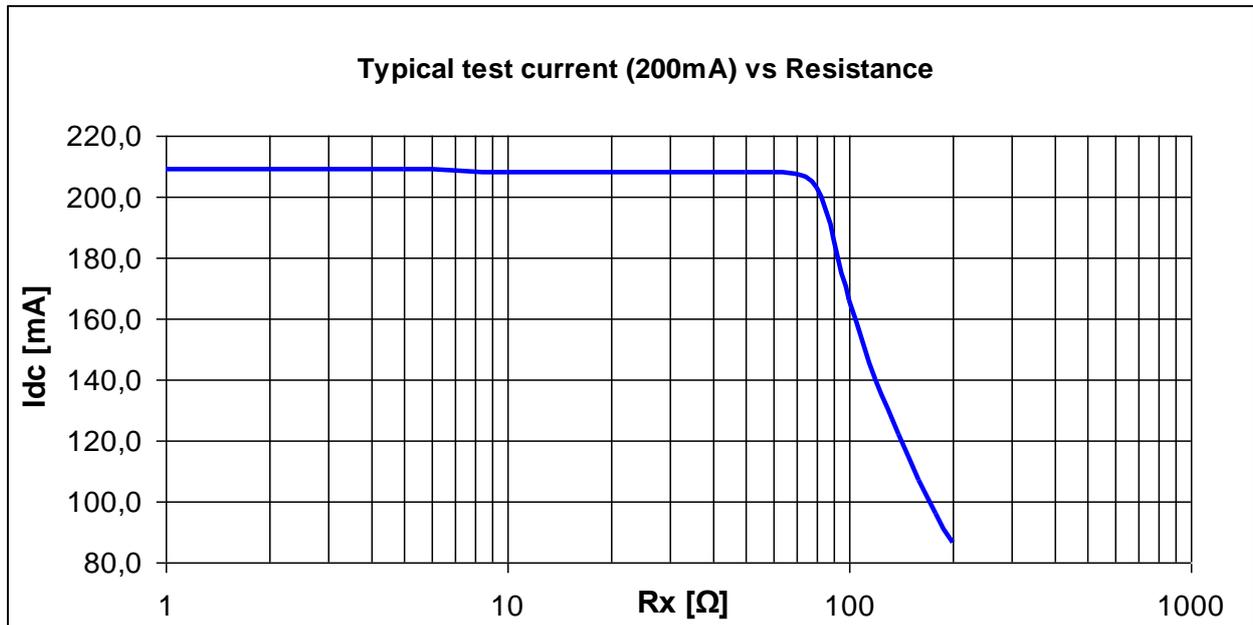
15.5 Résistance DC [R]

15.5.1 Mesure Ω - (200mA)

Principe de mesure: Mesure de tension(dc) / courant(dc)

Résistance DC	Gamme de mesure	Résolution	Précision (voir notes)
R	0,00 Ω ... 19,99 Ω	0,01 Ω	±(2 % de la lecture + 2 digits)
	20,0 Ω ... 199,9 Ω	0,1 Ω	
	200 Ω ... 999 Ω	1 Ω	
	1,00 kΩ ... 1,99 kΩ	10 Ω	

Mode de test unique
 Tension de test en circuit ouvert..... ~20 V_{dc}
 Courant de court-circuit de test min. 200 mA_{dc} dans une résistance de charge de 2 Ω
 Direction du courant de test unidirectionnel
 Inductivité Max..... 2 H
 Gamme (R) 0,1 Ω ... 40 Ω (OFF)
 Temps de Mesure généralement 5 s
 Méthode de Test 2-câbles
 Compensation des cordons de test oui jusqu'à 5 Ω
 Sélection de gamme automatique oui
 Test automatique du bruit de tension oui



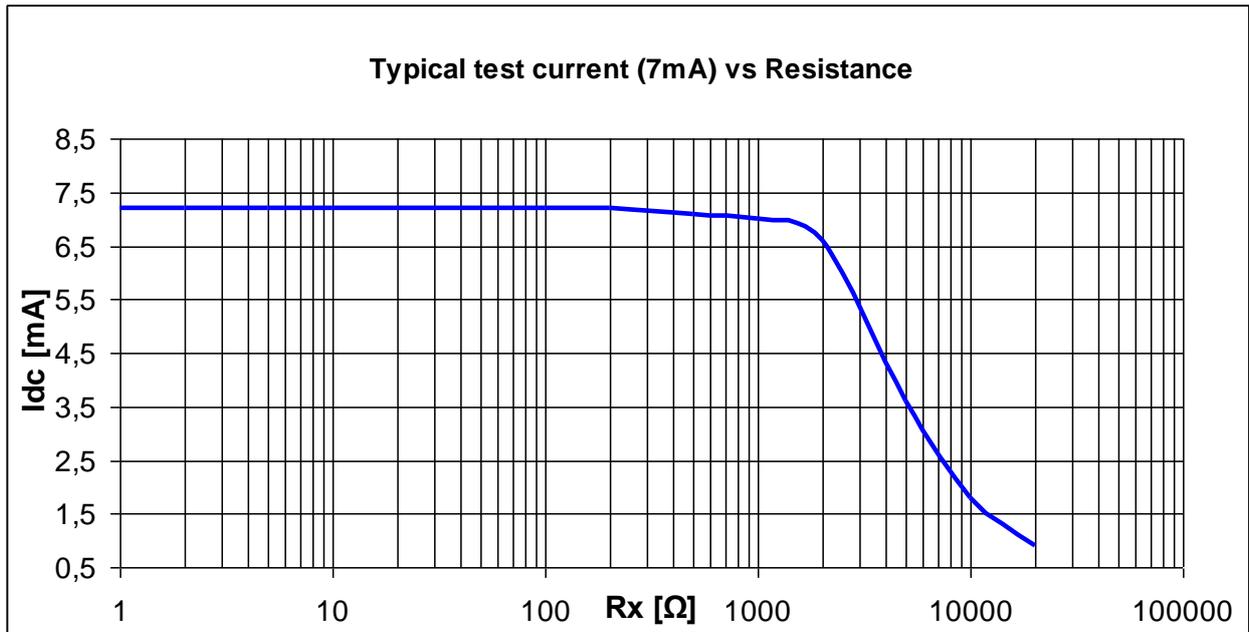
* Note:
 ▪ La précision dépend de la compensation correcte des cordons de test.

15.5.2 Mesure Ω - (7mA)

Principe de mesure : Mesure de tension (dc) / courant (dc)

Résistance DC	Gamme de mesure	Résolution	Précision (voir notes)
R	0,0 Ω ... 199,9 Ω	0,1 Ω	±(3 % de la lecture + 2 digits)
	200 Ω ... 999 Ω	1 Ω	
	1,00 kΩ ... 9,99 kΩ	0,01 kΩ	
	10,0 kΩ ... 19,9 kΩ	0,1 kΩ	

- Mode de Test.....continu
- Tension de test en circuit ouvert.....~20 V_{dc}
- Courant de test de court-circuit~7,2 mA_{dc}
- Direction du courant de Test.....unidirectionnel
- Gamme (R)1 Ω ... 15,0 kΩ (OFF)
- Ratio de rafraichissement de la mesure.....généralement 2 s
- Méthode de Test2-câbles
- Compensation des cordons de test..... oui, jusqu'à 5 Ω
- Sélection automatique de la gammeoui
- Test automatique du bruit de tensionoui



* Note:

- La precision dépend de la compensation correcte des cordons de test.

15.6 Impédance AC [Z]

15.6.1 Mesure de l'Impédance

Principe de mesure : Mesure de tension (ac) / courant (ac)

Impédance AC	Fréquence de Test	Gamme de mesure	Résolution	Précision
Z	55 Hz ... 15,0 kHz	0,00 Ω ... 19,99 Ω	0,01 Ω	±(3 % de la lecture + 2 digits)
		20,0 Ω ... 199,9 Ω	0,1 Ω	
		200 Ω ... 999 Ω	1 Ω	
		1,000 kΩ ... 1,999 kΩ	0,001 kΩ	
		2,00 kΩ ... 19,99 kΩ	0,01 kΩ	

Mode de Test..... unique ou balayage
 Tension de test en circuit ouvert..... 20 Vac ou 40 Vac
 Fréquence de Test 55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz,
 329 Hz, 659 Hz, 1.31 kHz, 1.50 kHz,
 2.63 kHz, 3.29 kHz, 6.59 kHz, 13.1 kHz, 15.0 kHz
 Courant de test de circuit ouvert > 220 mA @ 164 Hz, 40 Vac
 Gamme (R) 1 Ω ... 15,0 kΩ (OFF)
 Signal de test en tension onde sinusoïdale
 Temps de mesure Généralement 10 s à 164 Hz (selon la fréquence de test)
 Méthode de Test 4-câbles
 Rc1 + Rc2. 5 Ω max.
 Rp1 + Rp2..... 5 Ω max.
 Test automatique de connexion oui [C1, P1, P2, C2]
 Sélection automatique de gamme oui
 Test automatique du bruit de tension oui

15.7 Courant [I]

15.7.1 Mesure de courant RMS avec pinces classiques

Principe de mesure: Mesure de courant (RMS)

Courant RMS	Gamme de mesure	Résolution	Précision (voir notes)
I	1,0 mA ... 99,9 mA	0,1 mA	±(2 % de la lecture + 3 digits)
	100 mA ... 999 mA	1 mA	
	1,00 A ... 7,99 A	0,01 A	

Mode de Test..... continu
 Impédance d'entrée 10 Ω (1/4W max)
 Fréquence Nominale 45 Hz ... 1,5 kHz
 Taux de rafraichissement de mesure généralement 1 s
 Gamme (I) 10 mA ... 9,00 A (OFF)
 Type de pinces de mesure A1018
 Sélection Automatique de la gamme oui

* Note:

- Ne pas mesurer à proximité d'autres conducteurs de courant si possible. Un champ magnétique externe peut entraîner une incertitude de mesure supplémentaire.

Pinces	Champ magnétique externe	Précision additionnelle
Pinces classiques (A1018)	30 A/m	±(15 % de la lecture)

15.7.2 Mesure de courant RMS avec pinces flex

Principe de mesure: Mesure de courant (RMS)

Courant RMS	Gamme de mesure	Résolution	Précision (voir notes)
If1, If2, If3, If4	10 mA ... 99,9 mA	0,1 mA	±(8 % de la lecture + 3 digits)
	100 mA ... 999 mA	1 mA	
	1,00 A ... 9,99 A	0,01 A	
	10,0 A ... 49,9 A	0,1 A	

Mode de Test..... continu
 Impédance d'entrée (F1 –F4) 10 kΩ
 Fréquence Nominale 45 Hz ... 1,5 kHz
 Ratio de rafraichissement de la mesure..... généralement 2 s
 Type de pince de mesure A1487
 Sélection automatique de la gamme oui
 Reconnaissance de la pince automatique oui [F1, F2, F3, F4]

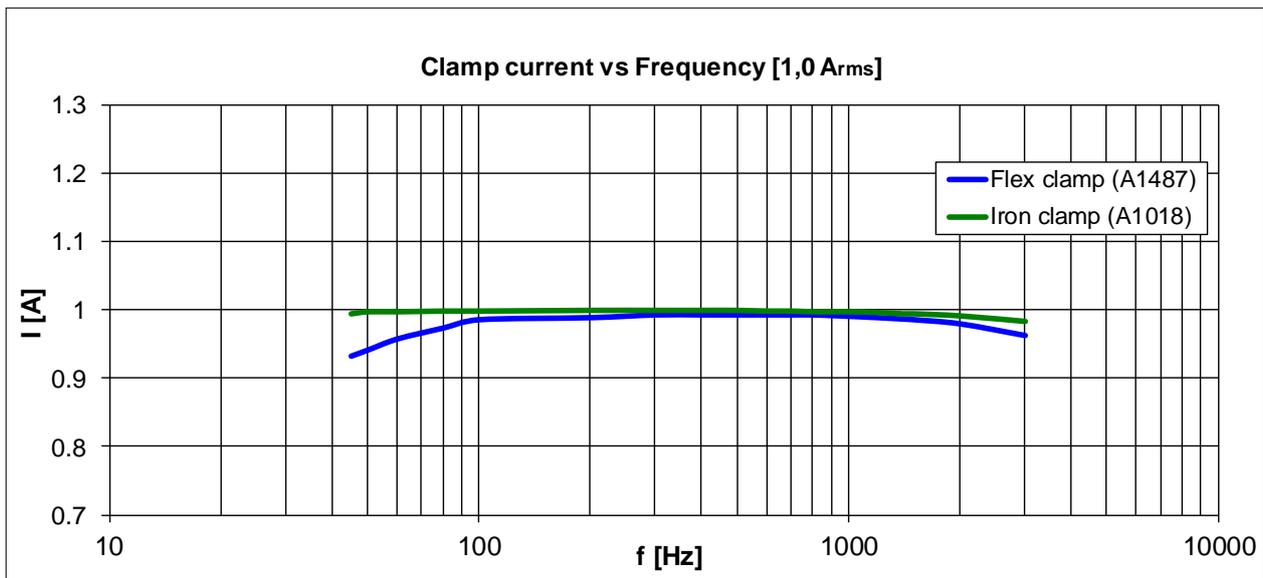
* Note:

- Gammes de mesure du courant RMS et incertitude pour un tour, sauf pour la gamme de mesure de 10 mA... 99,9 mA, qui doit être d'au moins 3 tours.
- Ne pas mesurer à proximité d'autres conducteurs de courant si possible. Un champ magnétique externe peut entraîner une incertitude de mesure supplémentaire.

Pincés	Champ magnétique externe	Précision additionnelle
Pincés Flex (A1487)	5 A/m	±(15 % de la lecture)

- Il est très important que le conducteur soit au centre et perpendiculaire à la tête de mesure.
- La valeur pleine échelle du courant Flex (If1, If2, If3, If4) dépend du nombre de tours de la pince Flex (1, 2, 3, 4, 5, 6) et est définie selon l'équation suivante :

$$I_{f_{FS}} = \frac{49,9[A]}{\text{nombre de tours}}$$



15.8 Influence des électrodes auxiliaires

Définition de Rc, Rp and Ra:

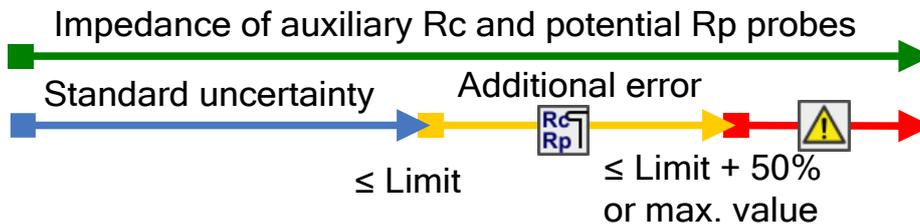
- Rc Impédance des sondes de courant auxiliaires (Rh + Re)
- Rp Impédance des sondes de potentiel auxiliaires (Rs + Res)
- Ra Résistance de terre

**Fonctions de mesure 3, 4 – pôles, Sélective (Pinces classiques, flex),
Méthodes Wenner et Schlumberger,
Résistance de terre HF(25 kHz), Potentiel**

Incertitude supplémentaire en cas de dépassement de la limite (Rh, Rs, Res, Re) ou de la valeur maximale (le plus bas des deux).

Fréquence de Test	Limite pour Rh et Re	Limite pour Rs et Res	Valeur max.	Incertitude additionnelle
55 Hz ... 164 Hz	$> 300 \Omega + (2 \text{ k} * Ra)$	$> 300 \Omega + (1 \text{ k} * Ra)$	50 k Ω	$\pm(15 \%$ de la lecture)
329 Hz ... 659 Hz	$> 250 \Omega + (1 \text{ k} * Ra)$	$> 250 \Omega + (500 * Ra)$	25 k Ω	$\pm(15 \%$ de la lecture)
1,31 kHz ... 2,63 kHz	$> 100 \Omega + (500 * Ra)$	$> 50 \Omega + (250 * Ra)$	12,5 k Ω	$\pm(15 \%$ de la lecture)
3,29 kHz ... 6,59 kHz	$> 100 \Omega + (250 * Ra)$	$> 50 \Omega + (125 * Ra)$	6,25 k Ω	$\pm(15 \%$ de la lecture)
13,1 kHz ... 15,0 kHz	$> 50 \Omega + (150 * Ra)$	$> 50 \Omega + (50 * Ra)$	3,1 k Ω	$\pm(15 \%$ de la lecture)
25,0 kHz	$> 250 \Omega + (500 * Ra)$	/	2 k Ω	$\pm(15 \%$ de la lecture)

Si la limite des sondes auxiliaires est dépassée de 50 % supplémentaires, la plage de mesure de l'appareil est dépassée.



	La gamme de mesure de l'appareil est dépassée. La mesure n'a pas pu être démarrée ou affichée !
--	--

Notes:

- Icône de haute impédance des sondes auxiliaires de courant ou de potentiel.

	Impédance élevée des sondes auxiliaires de courant et de potentiel.
	Impédance élevée de la sonde de courant auxiliaire Rc.
	Impédance élevée de la sonde de potentiel auxiliaire Rp.

15.9 Influence d'un faible courant de test à travers les pinces

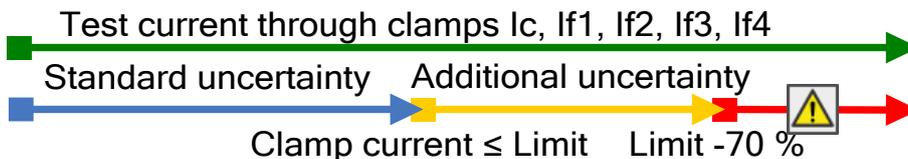
Dans les grandes installations, le courant partiel mesuré ne représente qu'une petite partie du courant de test à travers la pince de courant. L'incertitude de mesure pour les petits courants et l'immunité contre les courants de bruit doit être prise en compte. Dans ce cas, le testeur affiche l'avertissement "low current icon".

	<p>Faible courant de test à travers des pinces classiques ou Flex. Les résultats peuvent être altérés. Limite [pinces classiques < 1 mA et pinces Flex < 5 mA].</p>
---	--

Fonctions de mesure Sélective (Pinces classiques ou flex), 2 pinces, Passive, Test du fil de mise à la terre d'un pylône (PGWT), Mesure du courant RMS à travers les pinces classiques ou flex

Pinces	Incertitude additionnelle si la limite min de courant est dépassée		
	Index	Limite	Incertitude Additionnelle
Pinces classiques (A1018)	Ic	< 1 mA	±(10 % de la lecture + 2 digits)
Pinces Flex (A1487)	If1, If2, If3, If4	< 5 mA (* voir Notes)	±(10 % de la lecture + 3 digits)

Si la limite de courant faible est dépassée de 70 % [Ic < 0,3 mA et If1-4 < 1,5 mA], le résultat de la mesure principale est désactivé.



	<p>La gamme de mesure de l'appareil est dépassée. La mesure n'a pas pu être démarrée ou affichée !</p>
---	---

Notes:

- Si vous n'utilisez qu'une, deux ou trois pinces flex, connectez toujours une pince à la borne F1 (port de synchronisation).

	<p>F1 - borne d'entrée Pinces Flex 1 (port de synchronisation) n'est pas connectée à l'appareil. Toujours connecter une pince à la borne F1.</p>
---	--

- S'assurer que le nombre de tours est correctement saisi dans la fenêtre des paramètres de test.
- $$\text{limit } I_{f_{1,2,3,4}} = \frac{5,0[mA]}{\text{nombre de tours}}$$
- S'assurer que la flèche marquée sur le couplage de pinces pointe vers l'orientation correcte pour une mesure de phase correcte.

	<p>Courant négatif à travers les pinces Flex ; vérifier la bonne direction des pinces Flex [↑ ↓].</p>
---	---

<p> Selective</p> <p>If1 10.3 mA</p> <p>If2 -10.2 mA</p> <p>If3 84.9 mA</p> <p>If4 -10.3 mA</p>	<p>Courant négatif à travers les pinces flexibles If2 et If4 (marquées avec -).</p>
---	---

15.10 Influence du bruit

Définition du bruit :

Injection d'interférence en série (tension / courant) avec les fréquences du système de : 16 2/3 Hz, 50 Hz, 60 Hz, 60 Hz, 400 Hz ou D.C. (fréquences selon CEI 61557-5).

**Fonctions de mesure 2, 3, 4 – pôles, Sélective (Pincas classiques, Flex),
Méthode Wenner et Schlumberger,
Résistance de terre HF (25 kHz), Potentiel**

Tension d'interférence de bruit maximale

sur les bornes H, S, ES et E..... 40 V rms

Courant d'interférence de bruit maximum à travers :

Pincas Flex (A1487)..... 30 A rms (un tour)

Pincas classiques (A1018)..... 5 A rms

Champ magnétique externe maximum..... 100 A/m (Aucune influence)

Fréquence de bruit injectée	Fréquence de test	Rejet de bruit (*Voir notes)
400 Hz	55 Hz ... 25,0 kHz	> 80 dB
60 Hz	55 Hz	> 50 dB
	82 Hz ... 25,0 kHz	> 80 dB
50 Hz	55 Hz	> 50 dB
	82 Hz ... 25,0 kHz	> 80 dB
16 2/3 Hz	55 Hz ... 25,0 kHz	> 80 dB
D.C.	55 Hz ... 25,0 kHz	> 80 dB

Fonctions de mesure 2 Pincas

Courant d'interférence de bruit maximum à travers :

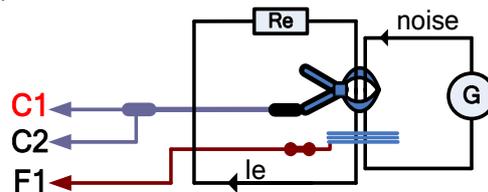
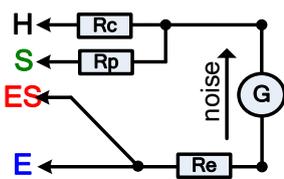
Pincas classiques (A1018) 5 A rms (Re < 20Ω)

1 A rms (Re > 20Ω)

Champ magnétique externe maximum 100 A/m (Aucune influence)

Note :

- Exemples d'injection de bruit (tension / courant)



- Icône de bruit

	Un bruit électrique élevé a été détecté pendant la mesure. Les résultats peuvent être altérés. Limite [La fréquence de bruit est proche (±6 %) de la fréquence de test].
--	--

- Aux signaux de mesure à entrée haute sur les bornes H, S, ES, E, E, Clamp, F1, F2, F2, F2, F3 ou F4. Raisons possibles : la tension ou le courant d'interférence de bruit maximum a été atteint ; vérifiez le nombre de tours sur les pincas flexibles.

	La gamme de mesure de l'appareil est dépassée. La mesure n'a pas pu être démarrée ou affichée !
--	---

Rapport signal/bruit

$$SNR_{db} = 20 * \log_{10} \left(\frac{A_{SIGNAL}}{A_{NOISE}} \right)$$

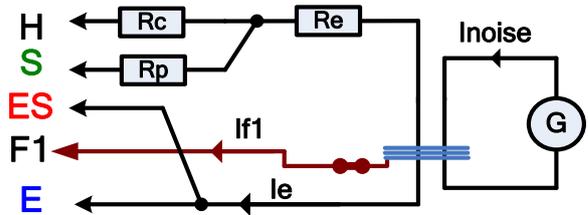
15.10.1 Technique de filtrage numérique

Le contrôleur de Terre utilise un convertisseur analogique-numérique haute résolution 52k SPS (échantillons par seconde) pour obtenir tous les différents signaux analogiques comme la tension d'entrée (Uh), le courant (Ie)... aux résultats numériques.

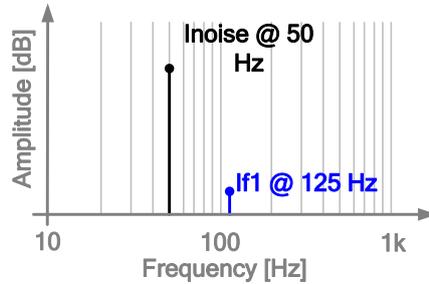
Exemple

Description des objets de test et schéma de câblage :

Sélective (Pinces Flex)	
Re	10 Ω
Rc and Rp	2 kΩ
Fréquence de test	128 Hz
If1	19,7 mA
Inoise	5 Arms @ 50 Hz
SNR	-48 dB



Utilisation de l'algorithme de filtre FFT sélectif.



Le contrôleur de Terre ne mesurera que le signal analogique (If1) généré par l'instrument et filtrera toutes les autres fréquences (Inoise). Ainsi, des fréquences différentes de la fréquence de mesure n'auront pas d'influence sur le résultat de la mesure.

15.11 Sous-résultats dans les fonctions de mesure

Sous résultats	Gamme de mesure	Résolution	Précision
Rp, Rc	0 Ω ... 49,9 kΩ	1 Ω ... 0,1 kΩ	±(8 % de la lecture + 3 digits)
Re	0,010 Ω ... 19,9 kΩ	0,001 Ω ... 0,1 kΩ	±(8 % de la lecture + 3 digits)
Ie	0,01 mA ... 999 mA	0,01 mA ... 1 mA	±(3 % de la lecture + 3 digits)
Ic	0,01 mA ... 9,99 A	0,01 mA ... 0,01 A	±(5 % de la lecture + 3 digits)
If1, If2, If3, If4	0,1 mA ... 49,9 A	0,1 mA ... 0,1 A	±(5 % de la lecture + 3 digits)
Zsel1, Zsel2, Zsel3, Zsel4	0,001 Ω ... 19,9 kΩ	0,001 Ω ... 0,1 kΩ	±(8 % de la lecture + 3 digits)
f	40,0 Hz ... 25,0 kHz	0,1 Hz ... 0,1 kHz	±(0,2 % de la lecture + 1 digit)
Igen	0,01 mA ... 999 mA	0,01 mA ... 1 mA	±(2 % de la lecture + 2 digits)
If_sum	0,01 mA ... 99,9 A	0,01 mA ... 0,1 mA	±(5 % de la lecture + 3 digits)
Uh, Us, Ues	0,01 V ... 49,9 V	0,01 V ... 0,1 V	±(1 % de la lecture + 3 digits)
Iac	0,1 mA ... 999 mA	0,1 mA ... 1 mA	±(2 % de la lecture + 2 digits)
R, X	1 Ω ... 19,9 kΩ	1 Ω ... 0,1 Ω	Indication seulement
φ	1 ° ... 360 °	1 °	Indication seulement
I_{dc}	0,1 mA ... 999 mA	0,1 mA ... 1 mA	±(2 % de la lecture + 2 digits)

15.12 Données générales

Alimentation de la batterie	14,4 V DC (4,4 Ah Li-ion)
Temps de charge de la batterie.....	typical 4,5 h (décharge totale)
Alimentation secteur	90-260 V _{AC} , 45-65 Hz, 100 VA
Catégorie de surtension	300 V CAT II

Temps d'opération de la batterie:

Veille	> 24 h
Mesures	> 8 h test continu 4 pôles, R _c < 2 kΩ
Minuterie d'arrêt automatique	10 min (veille)

Classe de Protection	isolation renforcée <input type="checkbox"/>
Catégorie de mesure	300 V CAT IV

Degré de Pollution	2
Degré de protection	IP 65 (boitier fermé), IP 54 (boitier ouvert)

Dimensions	36 cm x 16 cm x 33 cm
Poids	6,0 kg, (sans les accessoires)

Avertissements sonores/visuels	oui
Affichage.....	4.3" (10.9 cm) 480 × 272 pixels affichage couleur TFT avec écran tactile

Conditions environnementales :

Gamme de température de référence	25 °C ± 5 °C
Gamme d'humidité de référence	40 %RH ... 60 %RH

Conditions de fonctionnement :

Gamme de température d'utilisation.....	-10 °C ... 50 °C
Humidité relative maximale	90 %HR (0 °C ... 40 °C), sans condensation
Altitude nominale de fonctionnement.....	jusqu'à 3000 m

Conditions de stockage :

Gamme de température.....	-10 °C ... 70 °C
Humidité relative maximale	90 %HR (-10 °C ... 40 °C) 80 %HR (40 °C ... 60 °C)

Communication USB :

Communication USB esclave	séparée galvaniquement
Vitesse de transmission.....	115200 bit/s
Connecteur	Connecteur USB standard - type B

Communication Bluetooth :

Code de couplage du périphérique :	NNNN
Vitesse de transmission :	115200 bit/s
Module Bluetooth	classe 2

Données :

Mémoire	>1 GBit
Logiciel PC.....	oui

Les spécifications sont cotées à un facteur de couverture de $k = 2$, ce qui équivaut à un niveau de confiance d'environ 95 %.

Les précisions s'appliquent pendant 1 an dans les conditions de référence. Le coefficient de température en dehors de ces limites est de 0,2 % de la valeur mesurée par °C et 1 chiffre.

Annexe A – Objets de structure

Les éléments de structure utilisés dans l'organisateur de mémoire dépendent du profil de l'appareil.

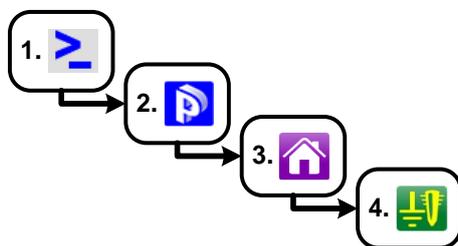


Image 0.1 : Hiérarchie de l'organisateur de la mémoire

Symbol e	Nom par défaut	Paramètre :
	Nœud	/
	Projet	Nom du projet, Description du projet;
	Bâtiment	Nom, description, emplacement, type, puissance nominale, tension nominale, GPS ;
	Sous-Station	Nom, description, emplacement, type, puissance nominale, tension nominale, GPS ;
	Centrale	nom, description, emplacement, type, puissance nominale, GPS ;
	Tour de Transmission	nom, description, emplacement, type, type de matériel, puissance nominale, tension nominale, GPS ;
	Eclairage publique	nom, description, emplacement, Type de matériel, tension nominale, GPS ;
	Transformateur	nom, description, emplacement, puissance nominale, tension nominale, GPS ;
	Paratonnerre	nom, description, localisation, GPS ;
	Piquet de mise à la terre	nom, description, localisation, GPS ;
	Maille	nom, description, localisation, GPS ;
	Clôture	nom, description, localisation, GPS ;
	Tuyau	nom, description, localisation, GPS ;

Annexe B – Tableau de sélection des profils

Profils et fonctions de mesure disponibles pour le contrôleur de Terre :

Fonctions de mesure disponibles		Code Profil Nom	ARAB MI 3290 GF	ARAA MI 3290 GL	ARAC MI 3290 GP	ARAD MI 3290 GX
Groupe	Icône					
2 - pôles	Terre		•	•	•	•
3 – pôles	Terre		•	•	•	•
4 – pôles	Terre		•	•	•	•
Sélective (Pincés classiques)	Terre			•		•
2 pincés	Terre			•		•
Résistance de terre HF- (25 kHz)	Terre			•		•
Sélective (Pincés Flex 1 - 4)	Terre				•	•
Passive (Pincés Flex 1 - 4)	Terre				•	•
Méthode Wenner	Spécifique		•	•	•	•
Méthode Schlumberger	Spécifique		•	•	•	•
Mesure d'impulsion	Impulsion			•		•
Mesure Ω - (200 mA)	DC R		•			•
Mesure Ω - (7 mA)	DC R		•			•
Mesure d'impédance	AC Z		•			•
Potentiel	Potentiel		•			•
Source de courant S&T	Potentiel		•			•
Test du fil de mise à la terre du pylône	Test				•	•
Mesure RMS avec pincés classiques	Courant			•		•
Mesure RMS avec pincés Flex	Courant				•	•
Vérification de tension	Case à cocher		•	•	•	•
Vérification de courant	Case à cocher		•	•	•	•
Pincés classiques, Flex	Case à cocher			•	•	•
Précautions de sécurité avant le test	Visuel		•	•	•	•
Dangers pour la sécurité pendant le test	Visuel		•	•	•	•
Rappel après le test	Visuel		•	•	•	•
Précautions de sécurité (IEEE 81tm /5)	Visuel		•	•	•	•
						

Annexe C – Fonctionnalité et placement des sondes de test

Pour une résistance de mise à la terre standard, deux sondes de test (tension et courant) sont utilisées. En raison de l'entonnoir de tension, il est important que les électrodes de test soient placées correctement. Vous trouverez plus d'informations sur les principes décrits dans ce document dans le manuel : Mise à la terre, mise à la terre et blindage pour l'équipement et les installations électroniques.

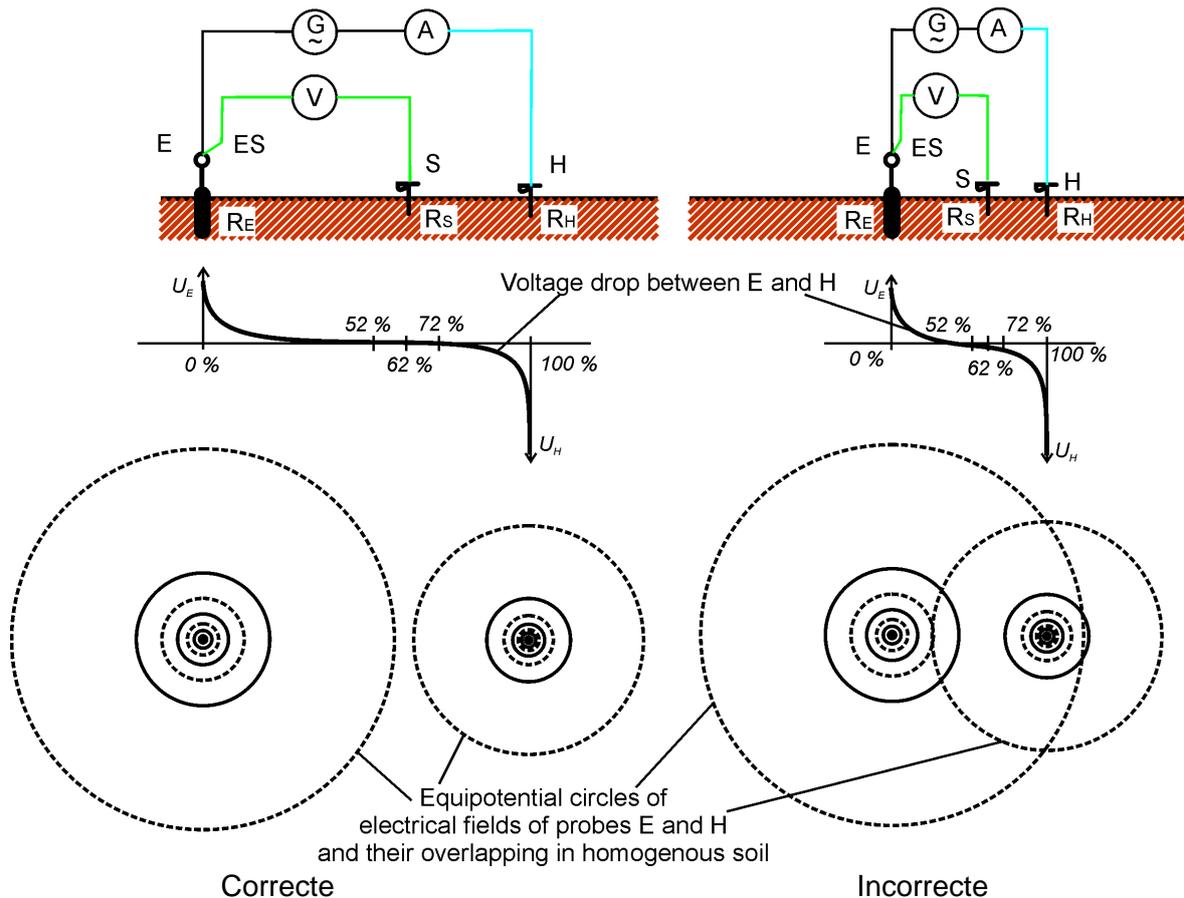


Image 0.1: Placement des sondes

La sonde E est connectée à l'électrode de terre (piquet).

La sonde H sert à fermer la boucle de mesure. La tension entre la sonde S et E est la chute de tension sur la résistance mesurée. La mise en place correcte des sondes est essentielle. Si la sonde S est placée trop près du système de mise à la terre, une résistance trop faible sera mesurée (seule une partie de l'entonnoir de tension sera visible).

Si la sonde S est placée trop près de la sonde H, la résistance de mise à la terre de l'entonnoir de tension de la sonde H perturberait le résultat.

Il est important que la taille du système de mise à la terre soit connue, pour un placement correct de la sonde de test. Le paramètre a représenté la dimension maximale de l'électrode de terre (ou d'un système d'électrodes) et peut être défini selon l'image 0.2.

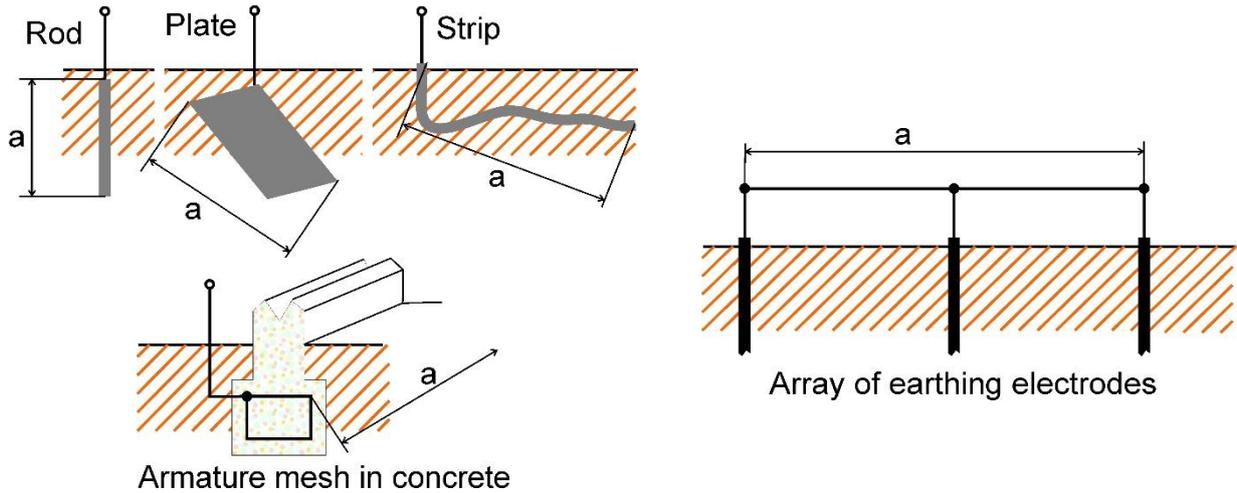


Image 0.2: Définition du paramètre *a*

Placement en ligne droite

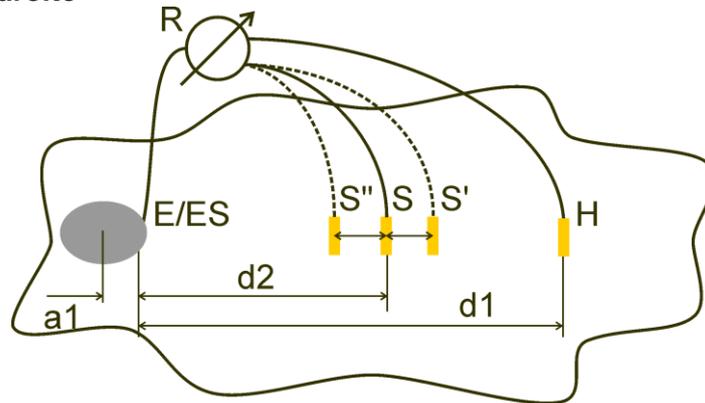


Image 0.3: Placement en ligne droite

Après avoir défini la dimension maximale *a* d'un système de mise à la terre, les mesures peuvent être effectuées en plaçant correctement les sondes de test. Une mesure avec trois placements de la sonde de test *S* (*S'''*, *S*, *S''*) est destinée à vérifier que la distance *d1* choisie est suffisamment longue.

La distance entre l'électrode de terre testée *E/ES* et la sonde de courant *H* doit être de :

$$d_1 \geq 5a$$

- La distance entre l'électrode de terre testée *E/ES* et la sonde de potentiel *S* doit être de :

$$d_2 = 0,62d_1 - 0,38a_1 [\Omega]$$

A1distance entre le point de connexion du système de mise à la terre et le centre.

Mesure 1

La distance entre l'électrode de terre *E/ES* et la sonde de tension *S* doit être :

$$d_2$$

Mesure 2

La distance entre l'électrode de terre E/ES et la sonde de tension S doit être :

$$d_2 = 0,52d_1 - 0,38a_1(S'')$$

Mesure 3

La distance entre l'électrode de terre E/ES et la sonde de tension S doit être :

$$d_2 = 0,72d_1 - 0,38a_1(S')$$

Dans le cas d'un d1 correctement sélectionné, les résultats des mesures 2 et 3 sont symétriques par rapport au résultat de la mesure 1. Les différences (mesure 2- mesure 1, mesure 3 - mesure 2) doivent être inférieures à 10 %. Des différences plus importantes ou des résultats asymétriques signifient que les entonnoirs de tension influencent la mesure et que le d1 doit être augmenté.

Note :

- L'incertitude initiale de la résistance mesurée à la terre dépend de la distance entre les électrodes d1 et la taille de l'électrode de terre a. Elle est indiquée dans le tableau 0.4.

d1/a	Incertitude [%]
5	10
10	5
50	1

Tableau 0.4: Influence du rapport d1/a par rapport à l'incertitude initiale

- Il est conseillé de répéter la mesure à différents emplacements des sondes de test.
- Les sondes de test doivent également être placées dans la direction opposée à l'électrode testée (180° ou au moins 90°). Le résultat final est une moyenne de deux ou plusieurs résultats partiels.
- Selon la norme CEI 60364-6, les distances S'-S (mesure 2) et S''-S (mesure 3) doivent être de 6 m.

Placement Equilatéral

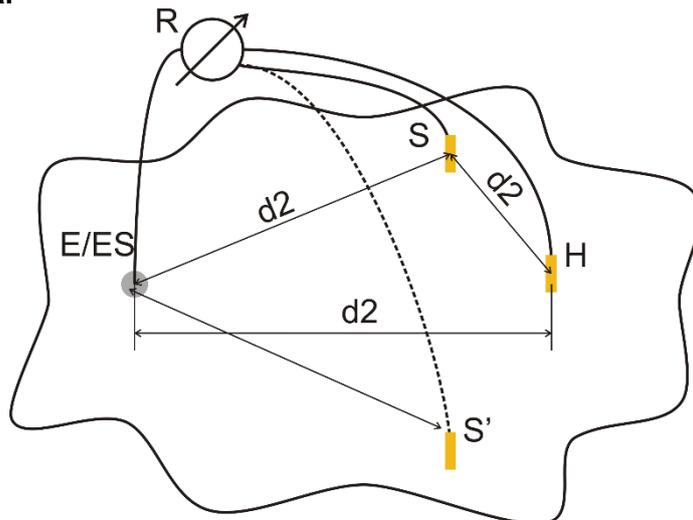


Image 0.5: Placement Equilatéral

Mesure 1

La distance entre l'électrode de mise à la terre testée et la sonde de courant H et la sonde de tension S doit être au moins égale : $d_2 = 5 \cdot a$

Mesure 2

Distance entre l'électrode de terre et la sonde de tension S (S') :

d2, côté opposé à H

La première mesure doit être effectuée aux sondes S et H placées à une distance de d2. Les connexions E, les sondes H et S doivent former un triangle équilatéral.

Pour la seconde mesure, la sonde S doit être placée à la même distance d2 du côté opposé à la sonde H. Les connexions E, les sondes H et S doivent à nouveau former un triangle équilatéral. La différence entre les deux mesures ne doit pas dépasser 10 %. Si une différence supérieure à 10 % se produit, la distance d2 doit être augmentée proportionnellement et les deux mesures doivent être répétées. Une solution simple est de n'échanger que les sondes de test S et H (peut se faire du côté de l'instrument). Le résultat final est une moyenne de deux ou plusieurs résultats partiels.

Il est conseillé de répéter la mesure à différents emplacements des sondes de test. Les sondes de test doivent être placées dans la direction opposée à l'électrode testée (180° ou au moins 90°).

Résistance des sondes de Test

En général, les sondes de test doivent avoir une faible résistance à la terre. Si la résistance est élevée (généralement en raison de la sécheresse du sol), les sondes H et S peuvent influencer de manière significative le résultat de la mesure. Une résistance élevée de la sonde H signifie que la plus grande partie de la chute de tension d'essai est concentrée sur la sonde de courant et que la chute de tension mesurée de l'électrode de terre testée est faible. Une résistance élevée de la sonde S peut former un diviseur de tension avec l'impédance interne de l'instrument de test, ce qui entraîne un résultat de test plus faible. La résistance de la sonde de test peut être réduite par :

- ❑ Arrosage à proximité des sondes avec de l'eau normale ou salée.
- ❑ Électrodes appauvrissant sous la surface séchée.
- ❑ Augmentation de la taille de la sonde de test ou mise en parallèle des sondes.

L'équipement de test METREL affiche les avertissements appropriés dans ce cas, conformément à la norme CEI 61557-5. Tous les contrôleurs de terre METREL mesurent avec précision les résistances des sondes bien au-delà des limites de la norme CEI 61557-5.

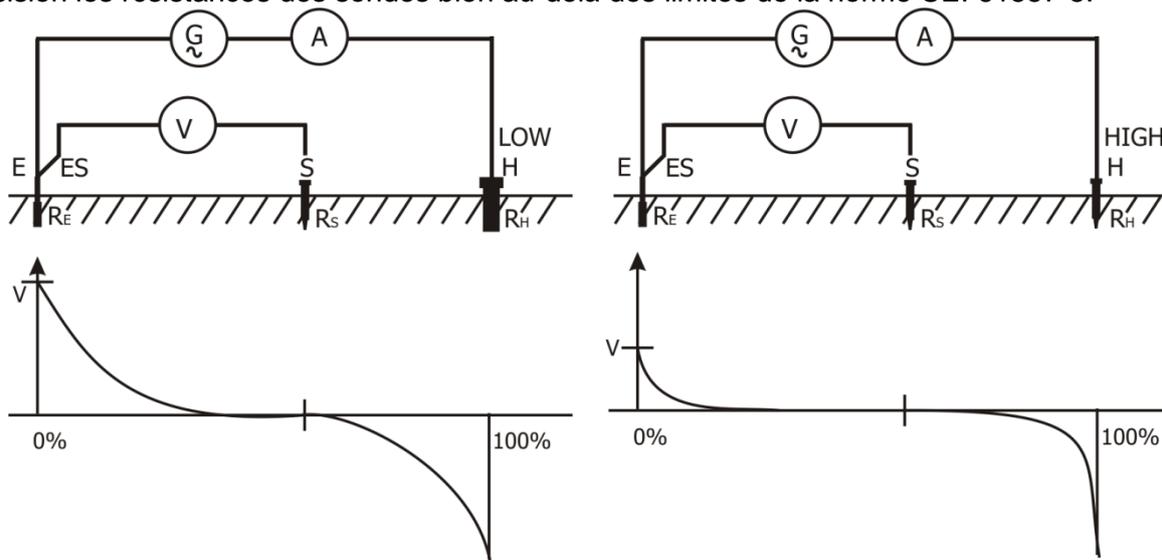
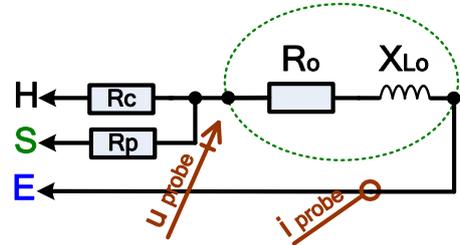


Image 0.6 : Différentes chutes de tension mesurées à basse et haute résistance de la sonde.

Annexe D– Impulsion et exemple de mesure 3-pôles

Description des objets de test et schéma de câblage :

Objet de test	Ro	Lo	Rc	Rp
Re1	1 Ω	1 μH	50 Ω	200 Ω
Re2	1 Ω	25 μH	50 Ω	200 Ω
Re3	1 Ω	55 μH	50 Ω	200 Ω
Re4	1 Ω	376 μH	50 Ω	200 Ω



Résultats de mesure d'impulsion:

Impulsion [Zp]	Re1	Re2	Re3	Re4
10/350 μs	1,0 Ω	1,1 Ω	2,0 Ω	12,6 Ω

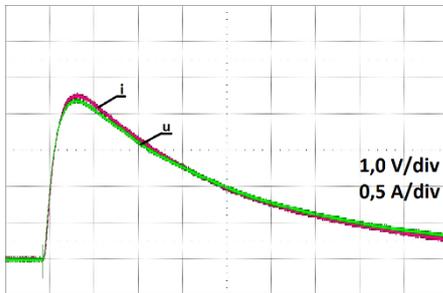


Image 0.1: Capture d'écran de l'oscilloscope Re1

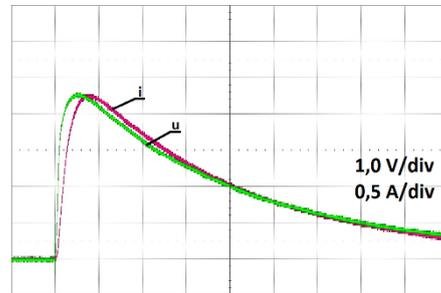


Image 0.2: Capture d'écran de l'oscilloscope Re2

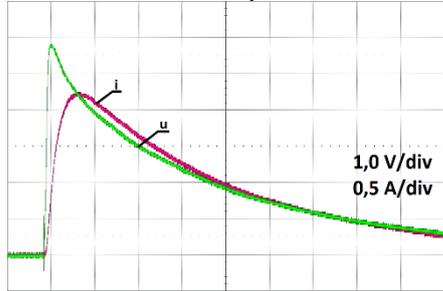


Image 0.3: Capture d'écran de l'oscilloscope Re3

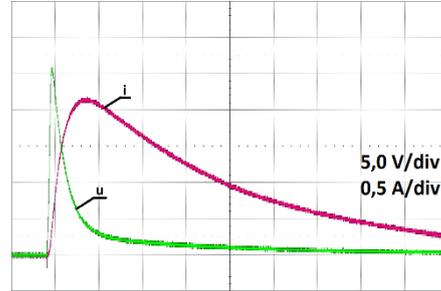
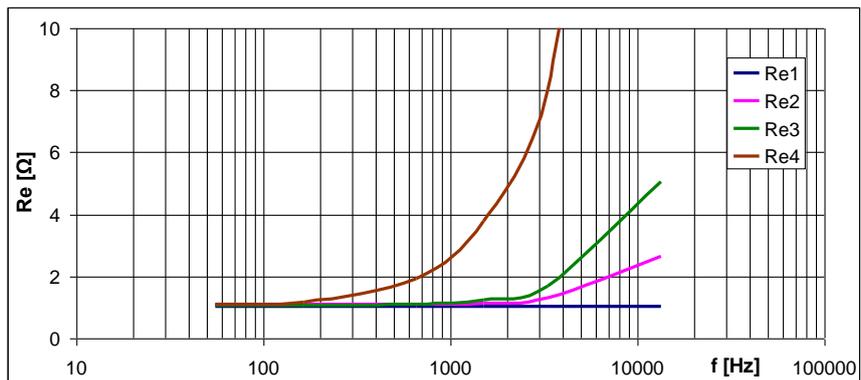


Image 0.4: Capture d'écran de l'oscilloscope Re4

Résultats de mesure 3- pôles :

3 –pôles [Re]					Valeur Calculée de l'impédance			
Fréquence de test	Re1	Re2	Re3	Re4	Re1	Re2	Re3	Re4
55 Hz	1,04 Ω	1,10 Ω	1,08 Ω	1,11 Ω	1,0 Ω	1,0 Ω	1,0 Ω	1,0 Ω
164 Hz	1,04 Ω	1,11 Ω	1,08 Ω	1,17 Ω	1,0 Ω	1,0 Ω	1,0 Ω	1,1 Ω
660 Hz	1,04 Ω	1,11 Ω	1,11 Ω	1,93 Ω	1,0 Ω	1,0 Ω	1,0 Ω	1,8 Ω
1,5 kHz	1,04 Ω	1,15 Ω	1,24 Ω	3,78 Ω	1,0 Ω	1,0 Ω	1,1 Ω	3,7 Ω
3,29 kHz	1,04 Ω	1,30 Ω	1,70 Ω	8,02 Ω	1,0 Ω	1,1 Ω	1,5 Ω	7,8 Ω
13,3 kHz	1,04 Ω	2,63 Ω	5,04 Ω	31,5 Ω	1,0 Ω	2,3 Ω	4,7 Ω	31,4 Ω



Annexe E- Programmation d'une Auto Sequence® sur le Metrel ES Manager

L'éditeur d'Auto Sequence fait partie du logiciel Metrel ES Manager. Dans l'éditeur d'Auto test, une Auto Sequence peut être préprogrammée et organisée en groupes, avant leur téléchargement sur l'appareil.

I. Espace de travail de l'éditeur d'Auto Sequence

Pour accéder à l'espace de travail de l'éditeur d'Auto Sequence, sélectionnez  Auto Sequence® Editor. Dans l'onglet Accueil de Metrel ES Manager PC SW, l'espace de travail de l'éditeur de test Auto est divisé en quatre zones principales. Sur le côté gauche **1**, la structure du groupe d'Auto Sequence sélectionné s'affiche. Dans la partie centrale de l'espace de travail **2**, les éléments de l'Auto Sequence sont affichés. Sur le côté droit, la liste des tests simples **3** et la liste des commandes de flux **4** sont affichés.

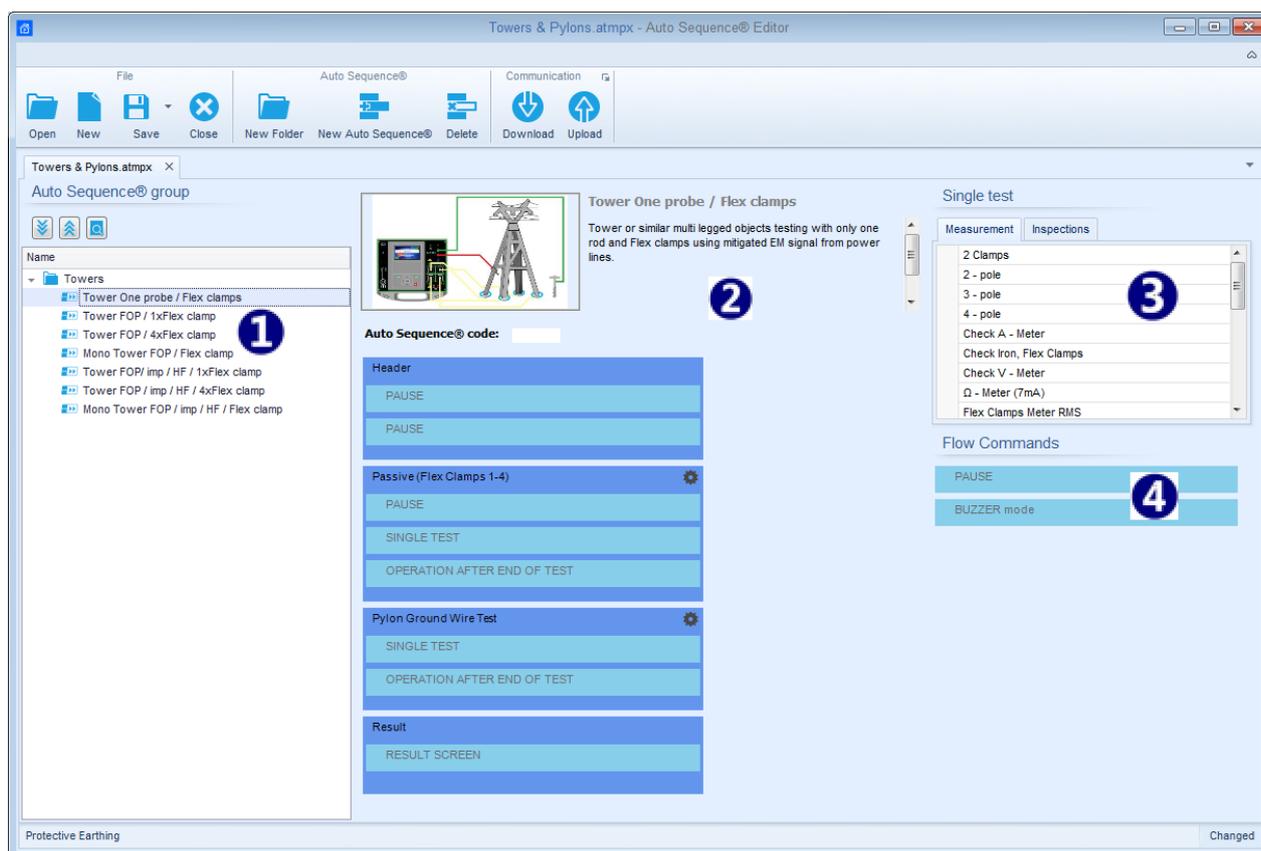


Image 0.1: Espace de travail de l'éditeur d'Auto Sequence®

Une Auto Sequence® **2** commence par un Nom, une description et une image, suivie par la première étape(En-Tête), une ou plusieurs étapes de mesure et se termine par la dernière étape(Résultat). En insérant les tests simples appropriés **3** et les commandes de flux **4** et en définissant leurs paramètres, des Auto Sequences arbitraires peuvent être créés.

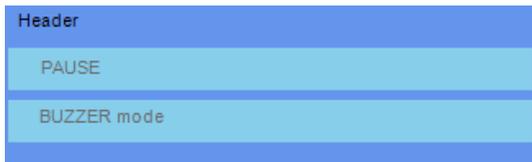


Image 0.2: Exemple d'un en-tête d'Auto sequence

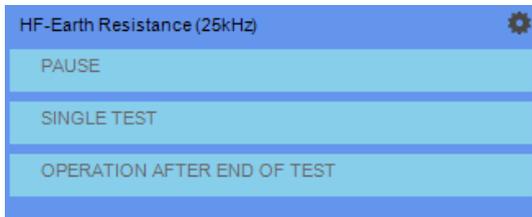


Image 0.3: Exemple d'une étape de mesure

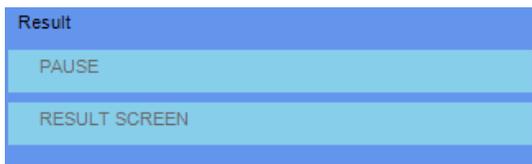


Image 0.4: Exemple d'une partie de résultat d'Auto Sequence

II. Gestion des groupes d'Auto Sequences®

L'Auto Sequence peut être divisée en différents groupes d'Auto Sequences définis par l'utilisateur. Chaque groupe d'Auto Sequences est stocké dans un fichier. D'autres fichiers peuvent être ouverts simultanément dans l'éditeur Auto test.

Au sein d'un groupe d'Auto Sequence, une arborescence peut être organisée, avec des dossiers / sous-dossiers contenant des Auto Sequences. Les trois structures du groupe d'Auto Sequence actuellement actif sont affichées sur le côté gauche de l'espace de travail de l'éditeur Auto test, voir Image 0.5...

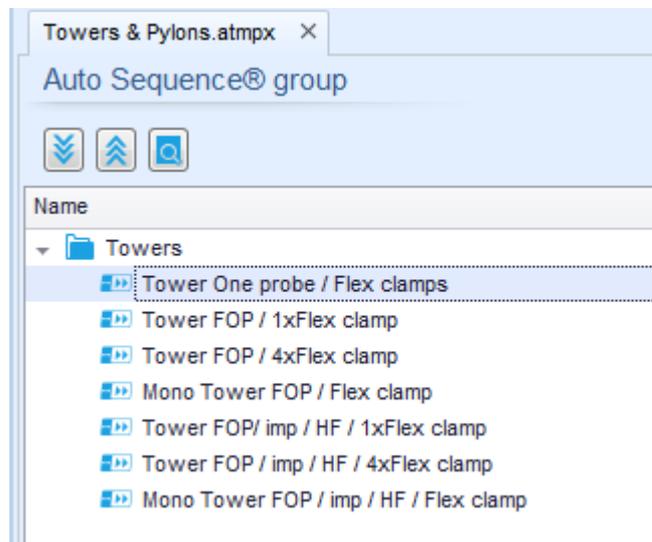


Image 0.5: Arborescence d'un Groupe d'Auto Sequence

Les options de fonctionnement sur le groupe de séquences automatiques sont disponibles dans la barre de menu en haut de l'espace de travail de l'éditeur d'Auto Sequence.

Options d'opération de dossier:



Ouvre un dossier (Groupe d'Auto Sequences).



Sauvegarde/ Enregistre le groupe d'Auto Sequence ouvert dans un fichier.



Crée un nouveau fichier (Groupe d'Auto Sequences).



Ferme le fichier (Groupe d'Auto Sequences).

Options de visualisation d'un groupe d'Auto Sequence® :



Développer tous les dossiers / sous-dossiers / Auto Sequences®.



Réduire tous les dossiers / sous-dossiers / Auto Sequences®.



Basculer entre la recherche par nom dans le groupe Auto Sequence® et la vue normale. Voir chapitre 8.8 Groupes d'Auto Sequence® *Pour plus de détails.*

Groupe d'options d'opération Auto Sequences® (également disponible en cliquant avec le bouton droit de la souris sur Dossier ou Auto Sequence®) :



Ajoute un nouveau dossier / sous-dossier au groupe.



Ajoute une nouvelle Auto Sequence® au groupe.



Supprime :
l'Auto Sequence® sélectionnée
le dossier sélectionné avec tous les sous-dossiers et Auto Sequences®.

Un clic droit sur l'Auto Sequence® ou Dossier sélectionné ouvre le menu avec des possibilités supplémentaires:



Auto Sequence® : Modifier le nom, la description et l'image (voir Image 0.6).

Dossier : Modifier le nom du dossier



Auto Sequence® : Copier dans le presse-papiers

Dossier: Copier dans le presse-papiers, y compris les sous-dossiers et les Auto Sequences®.



Auto Sequence® : Collez-le à l'endroit choisi.

Dossier : Collez-le à l'endroit choisi.



Auto Sequence® : Crée un raccourci vers l'Auto Sequence® sélectionnée.

Un double clic sur le nom de l'objet permet de modifier le nom :

Nom de l'Auto Sequence®: Modifier le nom de l'Auto Sequence®.

DOUBLE
CLIC

 HF-Earth 25 kHz test

Nom du dossier : Modifier le nom du dossier

 Earth

Le glisser-déposer de l'Auto Sequence® ou du Dossier / Sous-dossier sélectionné le déplace vers un nouvel emplacement :

“La fonctionnalité "glisser-déposer" est équivalente à "couper" et "coller" en un seul mouvement.

GLISSER &
DEPOSER



déplacer vers le dossier



insérer

III. Nom des Auto Sequences®, Description et modification de l'Image

Lorsque la fonction EDIT est sélectionnée sur Auto Sequence®, le menu d'édition présenté sur l'Image 0.6 apparaît à l'écran. Les options d'édition sont :

Nom : Modifier ou changer le nom de l'Auto Sequence®.

Description : Il est possible d'entrer n'importe quel texte pour une description supplémentaire d'Auto Sequence®.

Image: Le dispositif de mesure Auto séquence® peut être saisi ou effacé.



Accéder au menu pour naviguer jusqu'à l'emplacement de l'image.



Supprime l'image d'Auto Sequence®.

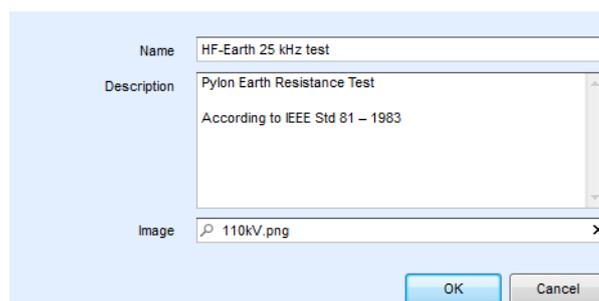


Image 0.6: Modifier l'en-tête de l'Auto Sequence®

IV. Recherche dans le groupe Auto sequence® sélectionné

Lorsque la fonction  est sélectionnée, Le menu de recherché apparaît à l'écran. En entrant le texte dans le champ de recherche, les résultats trouvés sont automatiquement mis en évidence sur fond jaune. La fonctionnalité de recherche est implémentée dans les dossiers, sous-dossiers et séquences automatiques® du groupe Auto Sequence®

sélectionné. La fonctionnalité de recherche est sensible à la casse. Le texte de recherche peut être effacé en sélectionnant le bouton Effacer.

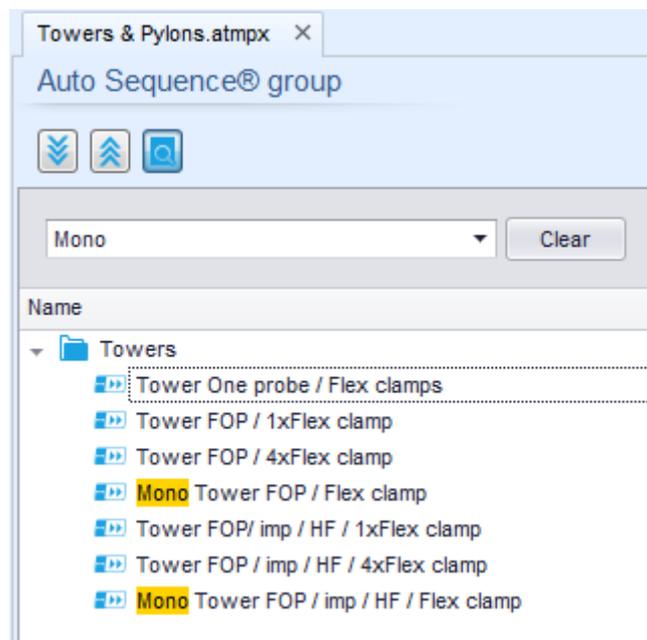


Image 0.7: Exemple de résultats de recherche dans un groupe d'Auto Sequence®

V. Éléments d'une Auto Sequence®

VI. Étapes d'une Auto sequence®

Il y a trois types d'étapes d'Auto sequence.

En-tête

L'étape En-tête est vide par défaut.

Le flux de commandes peut être ajouté à l'étape en-tête.

Etape de mesure

L'étape de mesure contient un test simple et l'opération après la fin du flux de commandes de test par défaut. D'autres flux de commandes peuvent être ajoutés à l'étape de mesure.

Résultat

L'étape Résultat contient le flux de commandes de l'écran de résultat par défaut. D'autres flux de commandes peuvent être ajoutés à l'étape Résultats.

Tests simples

Les tests simples sont identiques à ceux du menu de mesure du logiciel Metrel ES Manager.

Les limites et paramètres des mesures peuvent être définis. Les résultats et sous-résultats ne peuvent pas être définis.

Flux de commandes

Les flux de commandes sont utilisés pour contrôler le flux de mesures. Se référer au chapitre Description des flux de commandes pour plus d'informations.

Nombre d'étapes de mesure

Souvent, la même étape de mesure doit être effectuée sur plusieurs points de l'appareil testé. Il est possible de régler le nombre de répétitions d'une étape de mesure. Tous les résultats de test simples sont enregistrés dans le résultat du Test automatique comme s'ils étaient programmés comme des étapes de mesure indépendantes.

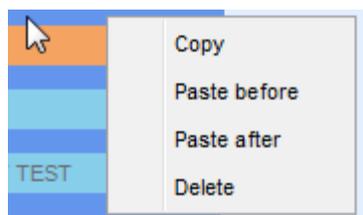
VII. Créer / modifier une Auto Sequence®

Si vous créez une nouvelle Auto séquence à partir de zéro, la première étape (En-tête) et la dernière (Résultat) sont proposées par défaut. Les étapes de mesure sont insérées par l'utilisateur.

Options :

Ajouter une étape de mesure	En double-cliquant sur un test simple, une nouvelle étape de mesure apparaîtra comme dernière étape de mesure. Il peut également être glissé et déposé sur la position appropriée dans l'Auto Séquence.
Ajouter un flux de commandes	La commande de débit sélectionnée peut être tirée de la liste des commandes de débit et déposée à l'endroit approprié dans n'importe quelle étape de l'Auto Séquence.
Modifier la position d'un flux de commandes dans une étape	En cliquant sur un élément et en utilisant les touches  ,  .
Visualiser/modifier les paramètres du flux de commandes ou des tests simples.	En double cliquant sur l'élément.
Définir le nombre d'étapes de mesure	En définissant un nombre dans le champ  .

Clic droit sur l'étape de mesure/flux de commande sélectionné



Copier – Coller avant

Une étape de mesure/flux de commandes peut être copié et collé à l'endroit sélectionné, au même endroit ou sur une autre Auto sequence.

Copier – Coller après

Une étape de mesure/flux de commandes peut être copié et collé à l'endroit sélectionné, au même endroit ou sur une autre Auto Sequence.

Supprimer

Supprime l'étape de mesure/flux de commandes sélectionnées.

VIII. Description des flux de commandes

Double-cliquez sur le flux de commandes inséré pour ouvrir la fenêtre du menu, dans laquelle vous pouvez entrer du texte ou de l'image, activer la signalisation externe et les commandes externes et paramétrer les paramètres. L'opération des flux de commandes après la fin du test et l'écran Résultats sont saisies par défaut, les autres sont sélectionnables par l'utilisateur à partir du menu de flux de Commandes.

Pause

Une commande Pause avec message texte ou image peut être insérée n'importe où dans les étapes de mesure. L'icône d'avertissement peut être définie seule ou ajoutée à un message texte. Un message texte arbitraire peut être saisi dans le champ prévu à cet effet.

Paramètres :

Type de pause Afficher le texte et/ou l'avertissement cocher pour montrer l'icône d'avertissement

Montrer l'image  chercher le chemin de l'image

Durée en secondes infinie Aucune entrée

Mode Buzzer

Une mesure validée ou échouée est indiquée par des bips.

- Validé – double bip après le test
- Echec – long bip après le test

Le bip est entendu juste à la fin des mesures en tests simples.

Paramètre :

Etat On – active le mode Buzzer
Off – désactive le mode Buzzer

Opération après la fin du test

Ce flux de commandes contrôle la poursuite de l'Auto Sequence en fonction des résultats de mesure.

Paramètres:

Opération après la fin du test – validé – échoué – aucun statut	L'opération peut être réglée individuellement pour le cas où la mesure est validée, échouée ou terminée sans statut.
	Manuel – La sequence de test s'arrête et attend la commande appropriée (touche entrée) pour poursuivre.
	Auto – La sequence de test se poursuit automatiquement.