

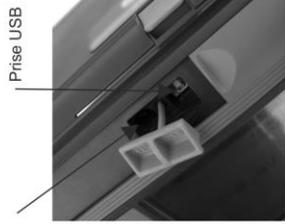


MANUEL D'UTILISATION

APPAREIL DE MESURE DE RÉSISTANCE DE TERRE

MRU-120

MRU-120



Prise USB

Prise du chargeur

Prise du chargeur et USB sous un clapet

Prise des pinces de mesure

Prises de mesure

Mise en marche et arrêt de l'alimentation de l'appareil de mesure

Démarrage de la procédure de mesure

Confirmation de la sélection

Retour à l'écran précédent, quitter la fonction

Décalage/choix: droite/gauche, haut/bas

Sélection des réglages supplémentaires de l'appareil

Mise en marche et arrêt du rétro-éclairage de l'écran

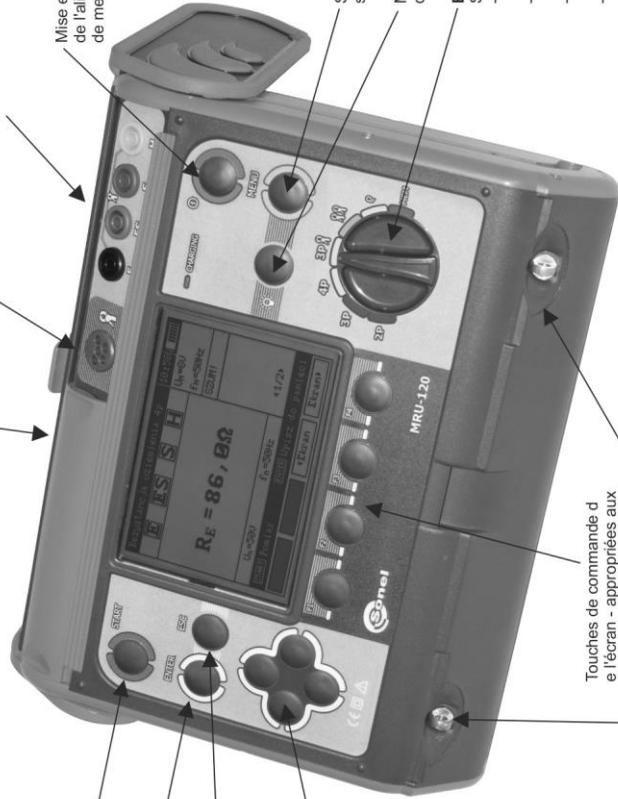
BOUTON ROTATIF DE FONCTIONS

Sélection de la fonction de mesure:

- **2P** - mesure de la résistance des conducteurs de mise à la terre et des liaisons équipotentielles
- **3P** - mesure de la résistance à la terre par la méthode tripolaire
- **4P** - mesure de la résistance à la terre par la méthode à quatre fils
- **3P Ω** - mesure de la résistance à la terre par la méthode tripolaire avec pinces supplémentaires à deux pinces
- **Ω** - mesure de la résistance à la terre par la méthode ρ
- **ρ** - mesure de résistivité du sol
- **MEM** - consultation et suppression de la mémoire et transmission de données

Touches de commande d'écran - appropriées aux champs en bas de l'écran

Fermetures du harnais





MANUEL D'UTILISATION

APPAREIL DE MESURE DE RÉSISTANCE DE TERRE MRU-120



**SONEL S.A.
Wokulskiego 11
58-100 Świdnica
Pologne**

Version 2.10 28.03.2022

MRU-120 est un instrument de mesure moderne, de haute qualité, sûr et facile à utiliser. Cependant, la lecture du présent manuel permettra d'éviter les erreurs de mesure et les problèmes éventuels liés au fonctionnement de l'appareil.

SOMMAIRE

1 Sécurité	5
2 Menu	6
2.1 Paramétrage des mesures	6
2.1.1 Fréquence du réseau	7
2.1.2 Étalonnage de la pince de mesure C-3	7
2.1.3 Paramètres de résistivité de la terre	9
2.2 Réglage de l'appareil de mesure	9
2.2.1 Contraste LCD	9
2.2.2 Réglage de l'AUTO-OFF	10
2.2.3 Réglage de l'affichage	10
2.2.4 Date et heure	10
2.2.5 Batteries déchargées	11
2.2.6 Mise à jour du logiciel	11
2.3 Sélection de la langue	11
2.4 Informations sur le fabricant	11
3 Mesurage	12
3.1 Mesure de la résistance des conducteurs de mise à la terre et des liaisons équipotentielles (2P)	12
3.2 Étalonnage des cordons de mesure	13
3.2.1 Activation de la remise à zéro automatique	13
3.2.2 Désactivation de la remise à zéro automatique	14
3.3 Mesure de la résistance à la terre par la méthode tripolaire (R_{E3P})	16
3.4 Mesure de la résistance à la terre par la méthode à quatre fils (R_{E4P})	20
3.5 Mesure de la résistance à la terre par la méthode tripolaire avec pinces supplémentaires (R_{E3P+C})	23
3.6 Mesure de la résistance à la terre par la méthode à deux pinces (2C)	26
3.7 Mesure de résistivité du sol (ρ)	28
4 Mémoire	31
4.1 Saisie dans la mémoire	31
4.2 Suppression de la mémoire	32
4.3 Consultation de la mémoire	33
5 Transmission de données	34
5.1 L'ensemble de l'équipement pour travailler avec l'ordinateur	34
5.2 Transmission de données via la connexion USB	34
6 Alimentation de l'appareil	34
6.1 Surveillance de la tension d'alimentation	34
6.2 Remplacement des batteries	35
6.3 Remplacement des fusibles	36
6.4 Chargement des batteries	36
6.5 Batteries déchargées	37
6.6 Conditions générales de l'utilisation des batteries à hydrure métallique de nickel (Ni-MH)	38
7 Nettoyage et entretien	39
8 Stockage	39

9 Démontage et élimination.....	39
10 Données techniques	40
10.1 Données de base	40
10.2 Données supplémentaires	42
10.2.1 Impact de la tension d'interférence en série sur la mesure de résistance pour les fonctions R_E3P , R_E4P , R_E3P+C	42
10.2.2 Impact de la tension d'interférence sur la mesure de résistance pour la fonction ρ	42
10.2.3 Impact des électrodes auxiliaires sur la mesure de résistance de la prise de terre pour les fonctions R_E3P , R_E4P , R_E3P+C	42
10.2.4 Impact des électrodes auxiliaires sur la mesure de résistance de la prise de terre pour les fonctions ρ	43
10.2.5 Impact du courant d'interférence sur le résultat de la mesure de résistance de terre par la méthode R_E3P+C	43
10.2.6 Impact du courant d'interférence sur le résultat de la mesure de résistance de terre par la méthode à deux pinces (2C)	43
10.2.7 Impact du rapport de la résistance mesurée avec une pince de la branche de la mise à la terre multiple et de la résistance résultante (R_E3P+C)	43
10.2.8 Incertitudes additionnelles selon IEC 61557-4 (2P)	44
10.2.9 Incertitudes additionnelles selon IEC 61557-5 (R_E3P , R_E4P , R_E3P+C)	44
11 Accessoires	44
11.1 Accessoires standard	44
11.2 Accessoires optionnels	45
12 Position du couvercle de l'appareil de mesure	46
13 Fabricant	46

1 Sécurité

L'appareil MRU-120 est utilisé pour effectuer les mesures dont les résultats déterminent l'état de la sécurité des installations électriques. Par conséquent, pour assurer une bonne utilisation et la précision des résultats, il faut respecter les dispositions suivantes:

- **Avant de commencer l'exploitation de l'appareil, il faut lire attentivement le manuel d'utilisateur et se conformer aux règles de sécurité et aux recommandations du fabricant, en particulier par rapport aux accessoires.**
- L'appareil MRU-120 est conçu pour mesurer la résistance des prises de terre et les connexions de compensation et de protection ainsi que la résistivité du sol. Toute utilisation autre que celles spécifiées dans ce manuel peut endommager l'appareil et être une source de danger pour l'utilisateur.
- L'appareil doit être utilisé uniquement par des personnes qualifiées munies d'autorisations appropriées pour effectuer les mesures dans des installations électriques. L'utilisation de l'appareil par les personnes non habilitées peut endommager l'appareil et être une source de danger pour l'utilisateur.
- L'application des dispositions de ce manuel n'exclut pas la nécessité de se conformer aux règlements de santé et de sécurité et autres règles de sécurité incendie nécessaires à l'exécution d'un type particulier de travail. Avant de commencer à travailler avec l'appareil dans des conditions particulières, par exemple dans un environnement dangereux en termes d'explosion et d'incendie, il est nécessaire de consulter la personne responsable de la sécurité et de la santé au travail.
- Il est inacceptable d'utiliser:
 - ⇒ l'appareil endommagé et partiellement ou totalement hors usage.
 - ⇒ les fils avec l'isolation endommagée,
 - ⇒ l'appareil stocké trop longtemps dans de mauvaises conditions (par exemple dans l'humidité).**Après avoir transporté l'appareil d'un environnement froid vers un environnement chaud et humide, ne pas effectuer de mesures jusqu'à ce que l'appareil soit réchauffé à la température ambiante (env. 30 minutes).**
- Avant de commencer la mesure, vérifier si les cordons sont connectés aux prises de mesure appropriées.
- Ne pas utiliser l'appareil avec un compartiment pour piles (batteries) ouvert ou mal fermé ni l'alimenter à partir des sources autres que celles énumérées dans ce manuel.
- Les entrées du multimètre sont protégées électroniquement contre la surcharge, par exemple suite au raccordement accidentel au réseau électrique:
 - pour toutes les combinaisons d'entrées - jusqu'à 276 V pendant 30 secondes.
- Les réparations ne peuvent être effectuées que par un service autorisé.
- L'appareil est conforme aux normes EN 61010-1 et EN 61557-1, -4, -5.

Note:

Le fabricant se réserve le droit d'apporter des changements dans l'apparence, l'équipement et les paramètres techniques du multimètre.

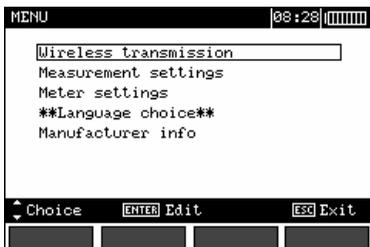
2 Menu

Le menu est accessible en toute position du bouton rotatif.

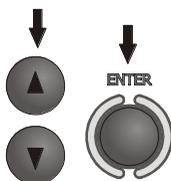
1



Appuyer sur la touche **MENU**.



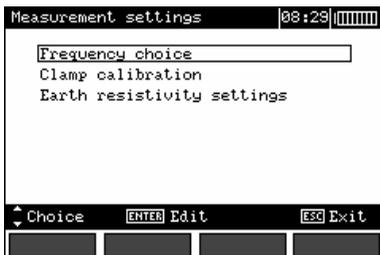
2



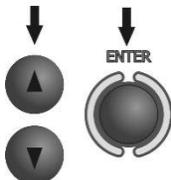
Avec les touches ▲, ▼ sélectionner la position appropriée. Avec la touche **ENTER**, accéder à la position sélectionnée.

2.1 Paramétrage des mesures

1



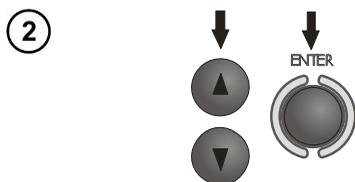
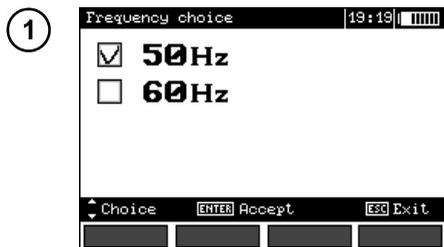
2



Avec les touches ▲, ▼ sélectionner la position appropriée. Avec la touche **ENTER**, accéder à l'édition de la position sélectionnée.

2.1.1 Fréquence du réseau

La détermination de la fréquence du réseau, qui est la source des interférences potentielles est nécessaire pour sélectionner la fréquence appropriée du signal de mesure. L'appareil de mesure est adapté pour filtrer des interférences provenant du réseau de 50 Hz et 60 Hz. C'est uniquement la mesure avec la fréquence correcte du signal de mesure qui garantit le filtrage optimal des interférences.



Avec les touches ▲, ▼
sélectionner la fréquence.
Appuyer sur **ENTER** pour
confirmer le choix.

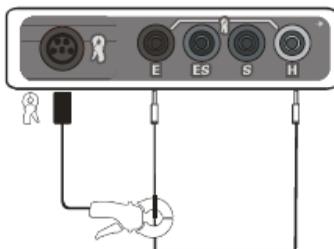
2.1.2 Étalonnage de la pince de mesure C-3

La pince acquise pour le multimètre doit être étalonnée avant la première utilisation. Elle peut être étalonnée périodiquement pour éviter l'impact du vieillissement des éléments sur la précision de la mesure. La procédure doit être effectuée également après le remplacement de la pince.



Après avoir lu l'information
préliminaire,
appuyer sur la touche **ENTER**.

② Suivre les instructions affichées à l'écran.



3

Après un étalonnage réussi, l'écran ci-dessous apparaîtra.



L'appareil a déterminé le facteur de correction pour la pince raccordée. Ce facteur sera mémorisé aussi après l'arrêt de l'alimentation de l'appareil jusqu'à la calibration suivante réussie.

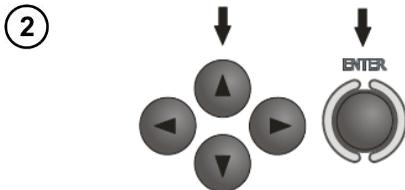
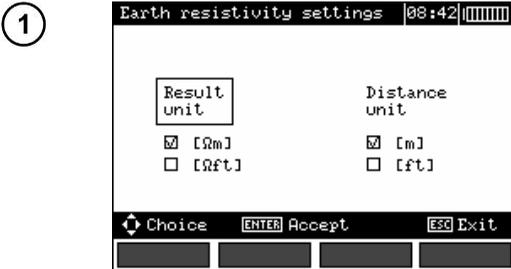
Remarques:

- Il faut noter, que le câble doit traverser centralement la pince.

Informations supplémentaires affichées par l'appareil

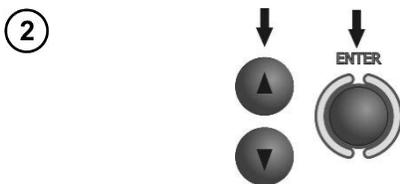
Message	Cause	Procédure à suivre
ERREUR: LA PINCE DE MESURE N'EST PAS CONNECTÉE À L'APPAREIL OU ELLE N'EST PAS MISE SUR LE CÂBLE RELIANT LES BORNES H ET E. ÉTALONNAGE INTERROMPU. APPUYER SUR ENTER	La pince n'est pas connectée	Vérifier si la pince est reliée à l'appareil ou si elle est placée sur le câble, dans lequel le multimètre force la circulation du courant.
ERREUR: LE CÂBLE N'EST PAS CONNECTÉ AUX BORNES H ET E. ÉTALONNAGE INTERROMPU. APPUYER SUR ENTER	Absence du câble	Vérifier les connexions.
ERREUR: FACTEUR D'ÉTALONNAGE EN DEHORS DE LA PLAGE. ÉTALONNAGE INTERROMPU. APPUYER SUR ENTER	Facteur d'étalonnage incorrecte	Vérifier la qualité des connexions et/ou remplacer la pince.

2.1.3 Paramètres de résistivité de la terre



Avec les touches ◀, ▶, ▲, ▼ sélectionnez le résultat et l'unité de distance et appuyez sur ENTER pour confirmer..

2.2 Réglage de l'appareil de mesure



Avec les touches ▲, ▼ sélectionner la position appropriée. Appuyer sur ENTER pour confirmer le choix.

2.2.1 Contraste LCD

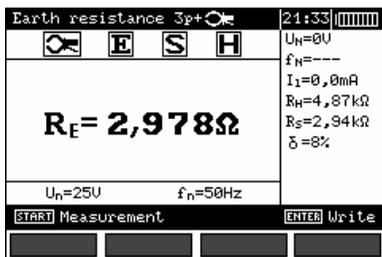
Avec les touches ▲ et ▼, régler la valeur de contraste, appuyer sur ENTER pour confirmer.

2.2.2 Réglage de l'AUTO-OFF

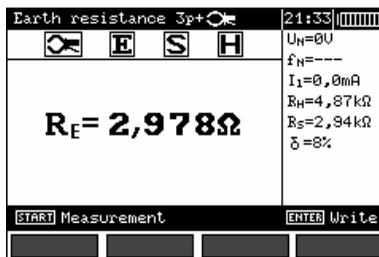
Ce réglage détermine l'arrêt automatique de l'appareil inutilisé. Avec les touches ▲ et ▼ régler le temps ou l'absence d'AUTO-OFF, appuyer sur **ENTER**.

2.2.3 Réglage de l'affichage

Ce paramètre permet d'activer ou de désactiver la barre affichant les paramètres. Avec les touches ▲ et ▼ régler l'affichage ou l'absence de la barre de réglage (des paramètres de mesure), appuyer sur **ENTER**.



Barre affichée

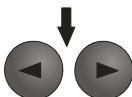


Barre cachée

2.2.4 Date et heure

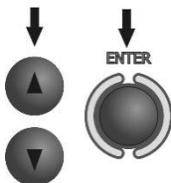


②



Se servant des touches ◀, ▶ régler l'unité à modifier (jour, mois, année, heure, minute).

③



Avec les touches ▲, ▼ sélectionner la position appropriée. Appuyer sur **ENTER** pour confirmer le choix.

2.2.5 Batteries déchargées

Procédure décrite en détails au chapitre 6.4.

2.2.6 Mise à jour du logiciel

ATTENTION!

**Avant la programmation, il faut charger les batteries.
Pendant la programmation, il ne faut pas mettre l'appareil hors tension ni débrancher le câble de transmission.**

Avant de mettre à jour le logiciel, il faut télécharger à partir du site du constructeur (www.sonel.pl) le logiciel de programmation de l'appareil, l'installer sur l'ordinateur et connecter l'appareil à l'ordinateur.

Après la sélection sur le MENU de la position **Mise à jour du logiciel**, suivre l'instruction affichée par le logiciel.

2.3 Sélection de la langue

- Se servant des touches ▲ et ▼, dans le MENU principal choisir ****Language choice****, appuyer sur la touche **ENTER**.
- Avec les touches ▲ et ▼, sélectionner la langue, appuyer sur **ENTER** pour confirmer.

2.4 Informations sur le fabricant

Se servant des touches ▲ et ▼ sélectionner dans le MENU principal **Informations sur le constructeur**, appuyer sur la touche **ENTER**.

3 Mesurage

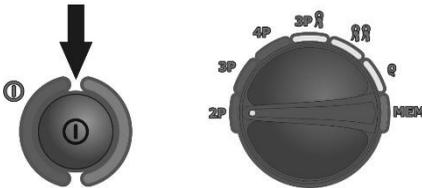
Remarque:

Pendant la mesure, la barre de progression est affichée.

3.1 Mesure de la résistance des conducteurs de mise à la terre et des liaisons équipotentielle (2P)

Remarque:
La mesure est conforme à la norme EN 61557-4 ($U < 24 \text{ V}$, $I > 200 \text{ mA}$ pour $R \leq 10 \Omega$).

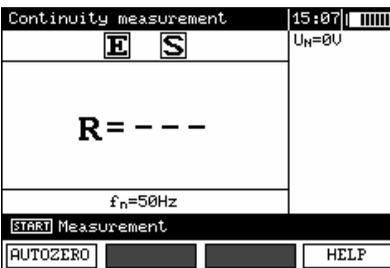
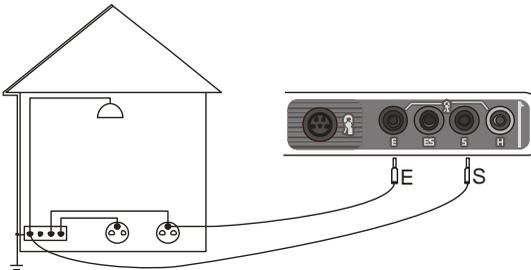
1



Allumer l'appareil de mesure.
Positionner le bouton rotatif de sélection de la fonction sur **2P**.

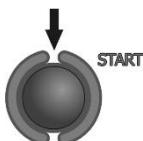
2

Connecter les bornes **S** et **E** à l'objet mesuré à l'aide des cordons.



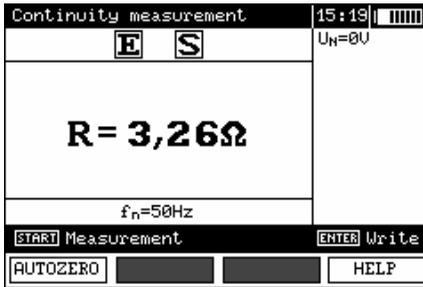
L'appareil est prêt pour effectuer la mesure.
La valeur de la tension d'interférence peut être consultée sur l'écran auxiliaire.
La fréquence du réseau sélectionnée dans le MENU est affichée sur la barre de réglage.

3



Appuyer sur la touche **START** pour démarrer la mesure.

4



Lire le résultat.

Le résultat est affiché sur l'écran pendant 20s. Il peut être réaffiché en appuyant sur **ENTER**.

Informations supplémentaires affichées par l'appareil

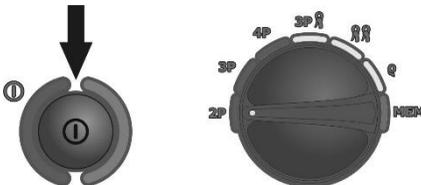
R>20,0kΩ	Plage de mesure dépassée.
U_N>40V! et signal audio continu (A)	Tension sur les bornes de mesure supérieure à 40 V, mesure bloquée.
U_N>24V!	Tension sur les bornes de mesure supérieure à 24 V, mais inférieure à 40 V, mesure bloquée.
NOISE!	Signal d'interférence trop élevé - le résultat peut être faussé par l'incertitude supplémentaire.

3.2 Étalonnage des cordons de mesure

Pour éliminer l'impact de la résistance des cordons de mesure sur le résultat de la mesure, il est possible de procéder à sa compensation (remise à zéro automatique). Pour le faire, la fonction de la mesure **2P** dispose d'une sous-fonction **AUTOZERO**.

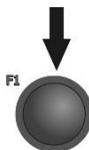
3.2.1 Activation de la remise à zéro automatique

1



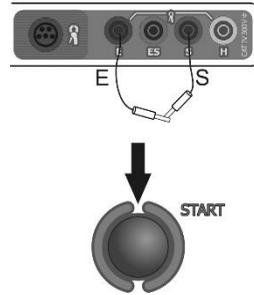
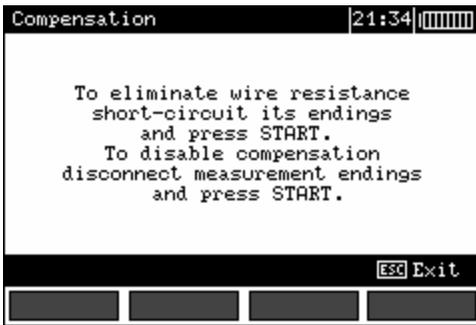
Allumer l'appareil de mesure. Positionner le bouton rotatif de sélection de la fonction sur **2P**.

2



Appuyer sur la touche **F1**.

3



4

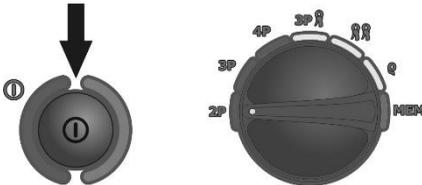
Après la fin de la remise à zéro automatique, l'écran suivant apparaît:



La réalisation de la remise à zéro automatique est signalée par le message **AUTOZERO** à droite de l'écran.

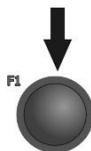
3.2.2 Désactivation de la remise à zéro automatique

1



Allumer l'appareil de mesure. Positionner le bouton rotatif de sélection de la fonction sur **2P**.

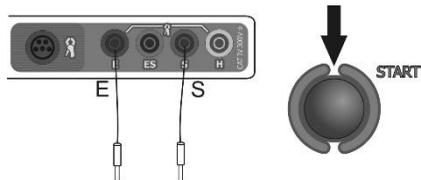
2



Appuyer sur la touche **F1**.

3

Ouvrir les cordons de mesure. Appuyer sur la touche **START**.



Après l'arrêt de la remise à zéro automatique l'inscription **AUTOZERO** disparaîtra de l'écran.

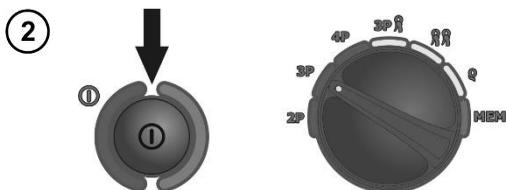
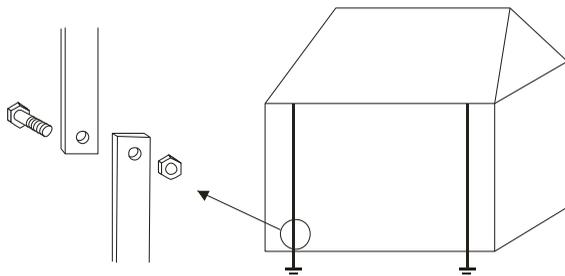
Remarques:

- Il suffit de faire la compensation une fois pour les cordons de mesure. Elle est mémorisée également après l'arrêt de l'appareil.

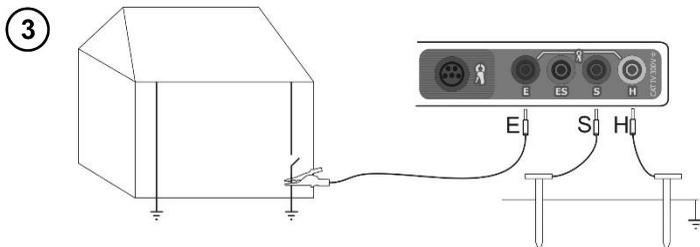
3.3 Mesure de la résistance à la terre par la méthode tripolaire (R_{E3P})

Le principal type de mesure de résistance de terre est la mesure à trois pôles.

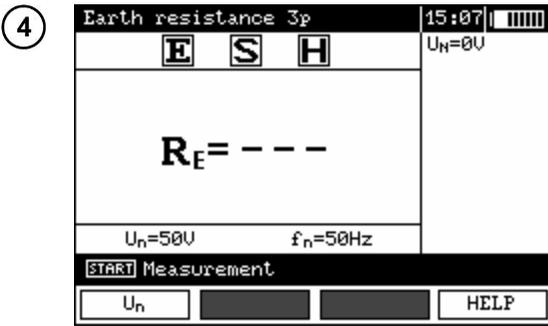
- ① La prise de terre examinée doit être déconnectée de l'installation de l'objet.



Allumer l'appareil de mesure.
Positionner le bouton rotatif de sélection de la fonction sur 3P.



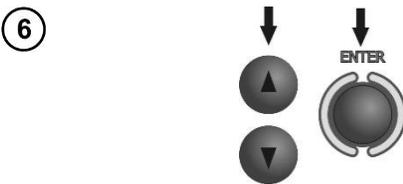
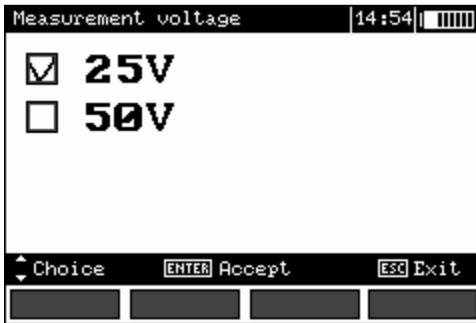
Relier l'électrode de courant enfoncée dans le sol avec la prise **H** de l'appareil.
Relier l'électrode de tension enfoncée dans le sol avec la prise **S** de l'appareil.
Relier la prise de terre examinée avec la prise **E** de l'appareil,
La prise de terre examinée et les électrodes de courant et de tension doivent être alignées.



L'appareil est prêt pour la mesure.
La valeur de la tension d'interférence peut être consultée sur l'écran auxiliaire.
La fréquence du réseau sélectionnée dans le MENU est affichée sur la barre de réglage.



Pour modifier la tension de mesure appuyer sur la touche **F1**.

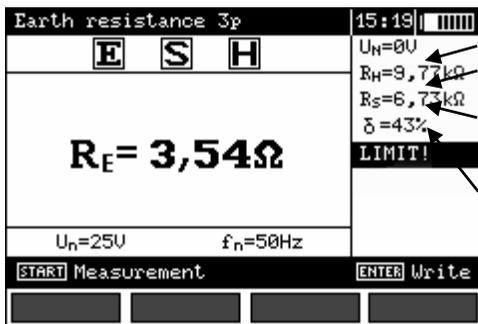


Se servant des touches ▲, ▼ sélectionner la tension de mesure, pour confirmer appuyer sur **ENTER**.



Pour démarrer la mesure, appuyer sur **START**.

8

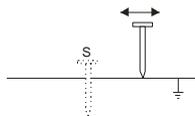


Lire le résultat.
 Résistance de l'électrode de courant
 Résistance de l'électrode de tension

Valeur de l'incertitude additionnelle apportée par la résistance des électrodes
 Affiché si $\delta > 30\%$

Le résultat est affiché sur l'écran pendant 20 s.
 Il peut être réaffiché en appuyant sur **ENTER**.

9



Répéter les mesures (points 3, 7, 8) en déplaçant l'électrode de tension de quelques mètres: en la rapprochant et l'éloignant de la prise de terre mesurée. Si les résultats des mesures R_E diffèrent de plus de 3%, il est nécessaire d'augmenter considérablement la distance entre l'électrode de courant et la prise de terre mesurée et de répéter la mesure.

Remarques:

▲

La mesure de résistance de terre peut être réalisée si la tension d'interférence ne dépasse pas 24 V. La tension d'interférence est mesurée jusqu'à 100 V. Ne pas brancher l'appareil de mesure aux tensions supérieures à 100 V.

- Il faut porter une attention particulière à la qualité de la connexion de l'objet testé avec le cordon de mesure - l'endroit de contact doit être exempt de la peinture, de la rouille etc...

- Si la résistance des électrodes auxiliaires est trop élevée, la mesure de prise de terre R_E sera chargée d'une incertitude additionnelle. L'incertitude de mesure particulièrement élevée apparaît lorsque l'on mesure une faible valeur de la résistance de terre avec des électrodes ayant un faible contact avec le sol (cette situation se produit lorsque la prise de terre est bien faite et la couche supérieure du sol est sèche et d'une conductivité faible). A ce moment-là, le rapport entre la résistance des électrodes et la résistance de la mise à la terre mesurée est très important et l'incertitude de mesure qui en dépend l'est également. Il est possible alors, selon les formules indiquées dans le chapitre 10.2, de faire le calcul qui permettra d'évaluer l'impact des conditions de mesure. Il y a également la possibilité d'améliorer le contact de l'électrode avec le sol, par exemple au moyen de l'humidification avec de l'eau de l'endroit de l'insertion de l'électrode, l'insertion à nouveau de l'électrode dans un endroit différent ou en utilisant une électrode de 80 centimètres. Il faut également vérifier les cordons de mesure - l'isolation n'est-elle pas endommagée ou les contacts: cordon - fiche banane - électrode ne sont-ils pas corrodés ou desserrés. Dans la plupart des cas, la précision de la mesure obtenue est suffisante, mais il faut toujours être conscient de l'incertitude qui risque d'impacter la mesure.

- Si la résistance des électrodes **H** et **S** ou de l'une d'entre elles dépasse 19,9 kΩ, l'appareil affiche le message: "**Résistances des électrodes R_H et R_S dépassent 19,9 kΩ! Mesure impossible!**".

- L'étalonnage fait par le fabricant ne prend pas en compte la résistance des cordons de mesure. Le résultat affiché par l'appareil est la somme de la résistance de l'objet mesuré et de la résistance des

cordons de mesure. Pour les appareils à partir du n° 77, l'étalonnage en usine prend en compte la résistance du cordon de 2,2 m.

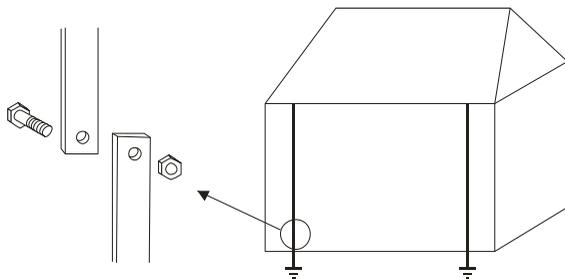
Informations supplémentaires affichées par l'appareil

$R_E > 20,0k\Omega$	Plage de mesure dépassée.
$U_N > 40V!$ et signal audio continu 	Tension sur les bornes de mesure supérieure à 40 V, mesure bloquée.
$U_N > 24V!$	Tension sur les bornes de mesure supérieure à 24 V, mais inférieure à 40 V, mesure bloquée.
LIMITE!	L'incertitude de la résistance des électrodes >30%. (Dans le calcul de l'incertitude, les valeurs mesurées sont retenues.)
NOISE!	Signal d'interférence trop élevé, le résultat peut être faussé par l'incertitude supplémentaire.

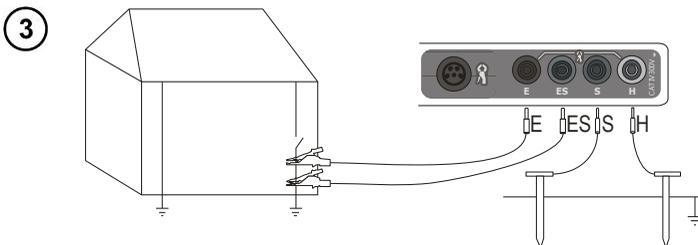
3.4 Mesure de la résistance à la terre par la méthode à quatre fils (R_{E4P})

La méthode à quatre fils est recommandée pour mesurer les résistances de terre très faibles. Elle permet d'éliminer l'impact de la résistance des cordons de mesure sur le résultat de la mesure. Pour déterminer la résistivité du sol, il est recommandé d'utiliser une fonction de mesure spécifique (chapitre 3.9).

- ① La prise de terre examinée doit être déconnectée de l'installation de l'objet.

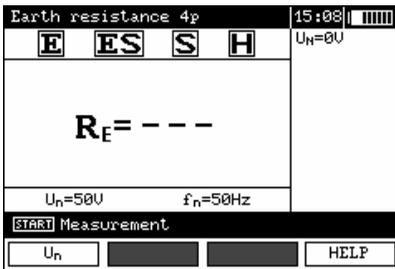


- ②
-
- Allumer l'appareil de mesure. Régler le bouton rotatif de sélection de la fonction sur la position **4P**,



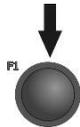
Relier l'électrode de courant enfoncée dans le sol avec la prise **H** de l'appareil,
Relier l'électrode de tension enfoncée dans le sol avec la prise **S** de l'appareil
Relier la prise de terre examinée avec la prise **E** de l'appareil,
Relier la prise **ES** par un fil à la prise de terre mesurée en-dessous du cordon **E**.
La prise de terre examinée et les électrodes de courant et de tension doivent être alignées.

4

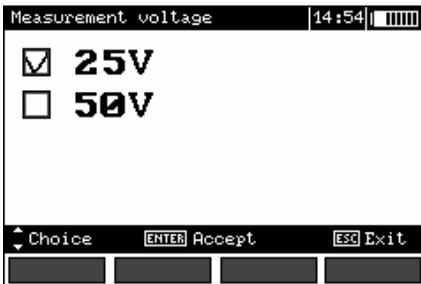


L'appareil est prêt pour effectuer la mesure.
 La valeur de la tension d'interférence peut être consultée sur l'écran auxiliaire.
 La fréquence du réseau sélectionnée dans le MENU est affichée sur la barre de réglage.

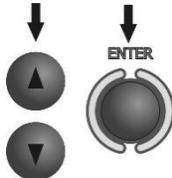
5



Pour modifier la tension de mesure appuyer sur la touche **F1**.

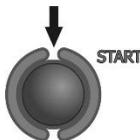


6



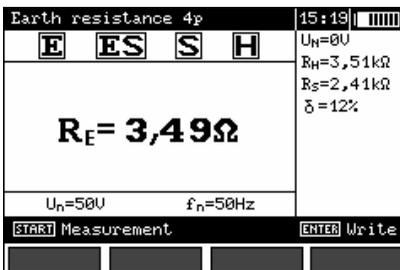
Se servant des touches ▲, ▼ sélectionner la tension de mesure, pour confirmer appuyer sur **ENTER**.

7



Pour démarrer la mesure, appuyer sur **START**.

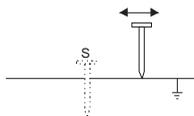
8



Lire le résultat.
 Résistance de l'électrode de courant
 Résistance de l'électrode de tension
 Valeur de l'incertitude additionnelle apportée par la résistance des électrodes.

Le résultat est affiché sur l'écran pendant 20 s.
 Il peut être réaffiché en appuyant sur **ENTER**.

9



Répéter les mesures (points 3, 7, 8) en déplaçant l'électrode de tension de quelques mètres: en l'éloignant et la rapprochant à la prise de terre mesurée.

Si les résultats des mesures R_E diffèrent de plus de 3%, il est nécessaire d'augmenter considérablement la distance entre l'électrode de courant et la prise de terre mesurée et répéter la mesure.

Remarques:



La mesure de résistance de terre peut être réalisée si la tension d'interférence ne dépasse pas 24 V. La tension d'interférence est mesurée jusqu'à 100 V. Ne pas brancher l'appareil de mesure aux tensions supérieures à 100 V.

- Il faut porter une attention particulière à la qualité de la connexion de l'objet testé avec le cordon de mesure - l'endroit de contact doit être exempt de la peinture, de la rouille etc...

- Si la résistance des électrodes auxiliaires est trop élevée, la mesure de prise de terre R_E sera chargée d'une incertitude additionnelle. L'incertitude de mesure particulièrement élevée apparaît lorsque l'on mesure une faible valeur de la résistance de terre avec des électrodes ayant un faible contact avec le sol (cette situation se produit lorsque la prise de terre est bien faite et la couche supérieure du sol est sèche et d'une conductivité faible). A ce moment-là, le rapport entre la résistance des électrodes et la résistance de mise à la terre mesurée est très important et l'incertitude de mesure qui en dépend l'est également. Il est possible alors, selon les formules indiquées dans le chapitre 10.2, de faire le calcul qui permettra d'évaluer l'impact des conditions de mesure. Il y a également la possibilité d'améliorer le contact de l'électrode avec le sol, par exemple au moyen de l'humidification avec de l'eau de l'endroit de l'insertion de l'électrode, l'insertion à nouveau de l'électrode dans un endroit différent ou en utilisant une électrode de 80 centimètres. Il faut également vérifier les cordons de mesure - l'isolation n'est-elle pas endommagée ou les contacts: cordon - fiche banane - électrode ne sont-ils pas corrodés ou desserrés. Dans la plupart des cas, la précision de la mesure obtenue est suffisante, mais il faut toujours être conscient de l'incertitude qui risque d'impacter la mesure.

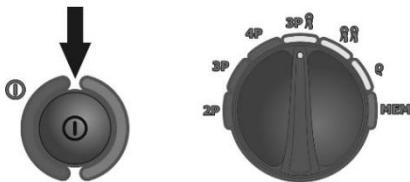
- Si la résistance des électrodes **H** et **S** ou de l'une d'entre elles dépasse 19,9 k Ω , l'appareil affiche le message: "**Les résistances des électrodes R_H et R_S dépassent 19,9 k Ω ! Mesure impossible!**".

Informations supplémentaires affichées par l'appareil

$R_E > 20,0 \text{ k}\Omega$	Plage de mesure dépassée.
$U_N > 40 \text{ V}$! et signal audio continu 	Tension sur les bornes de mesure supérieure à 40 V, mesure bloquée.
$U_N > 24 \text{ V}$!	Tension sur les bornes de mesure supérieure à 24 V, mais inférieure à 40 V, mesure bloquée.
LIMITE!	L'incertitude de la résistance des électrodes > 30%. (Dans le calcul de l'incertitude, les valeurs mesurées sont retenues.)
NOISE!	Signal d'interférence trop élevé, le résultat peut être faussé par l'incertitude supplémentaire.

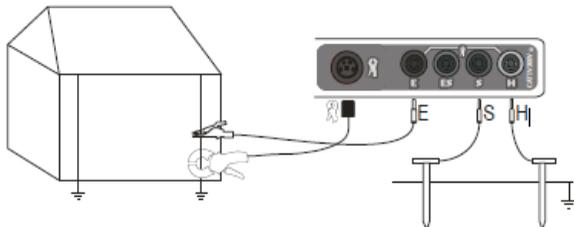
3.5 Mesure de la résistance à la terre par la méthode tripolaire avec pinces supplémentaires (R_{E3P+C})

①

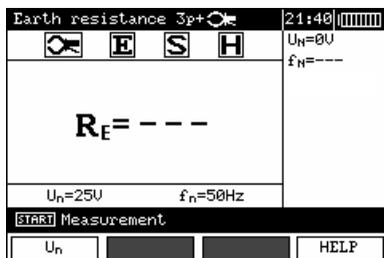


Allumer l'appareil de mesure.
Positionner le bouton rotatif de sélection de la fonction sur **3P Λ** .

②

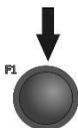


Relier l'électrode de courant enfoncée dans le sol avec la prise **H** de l'appareil.
Relier l'électrode de tension enfoncée dans le sol avec la prise **S** de l'appareil.
Relier la prise de terre examinée avec la prise **E** de l'appareil,
La prise de terre examinée et les électrodes de courant et de tension doivent être alignées.
Attacher la pince sur la prise de terre mesurée en dessous l'endroit de la connexion du cordon E.

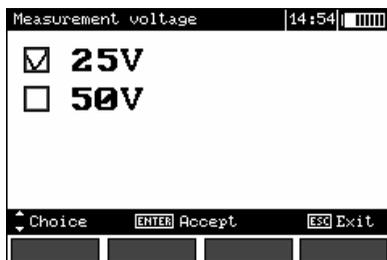


L'appareil est prêt pour la mesure.
La valeur de la tension d'interférence peut être consultée sur l'écran auxiliaire.
Sur la barre de réglage, la fréquence du réseau sélectionnée dans le MENU s'affiche.

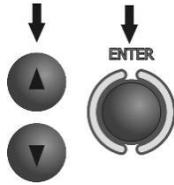
③



Pour modifier la tension de mesure appuyer sur la touche **F1**.

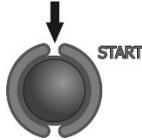


4



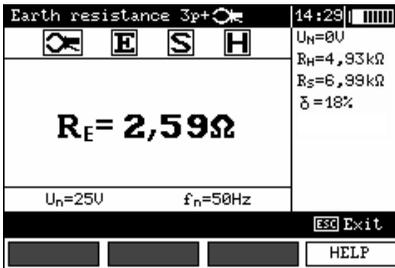
Se servant des touches ▲, ▼ sélectionner la tension de mesure, pour confirmer appuyer sur **ENTER**.

5



Pour démarrer la mesure, appuyer sur **START**.

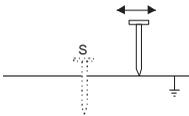
6



Lire le résultat.
 Résistance de l'électrode de courant
 Résistance de l'électrode de tension
 Valeur de l'incertitude supplémentaire, provoquée par la résistance des électrodes.

Le résultat est affiché sur l'écran pendant 20 s. Il peut être réaffiché en appuyant sur **ENTER**.

7



Répéter les mesures (points 3, 7, 8) en déplaçant l'électrode de tension de quelques mètres: en l'éloignant et la rapprochant à la prise de terre mesurée.

Si les résultats des mesures R_E diffèrent de plus de 3%, il est nécessaire d'augmenter considérablement la distance entre l'électrode de courant et la prise de terre mesurée et répéter la mesure.

Remarques:

⚠

La mesure de résistance de terre peut être réalisée si la tension d'interférence ne dépasse pas 24 V. La tension d'interférence est mesurée jusqu'à 100 V. Ne pas brancher l'appareil de mesure aux tensions supérieures à 100 V.

- La pince ne fait pas partie de l'équipement de base de l'appareil, elle doit être achetée séparément.

La pince doit être étalonnée avant la première utilisation. Elle peut être étalonnée périodiquement pour éviter l'impact du vieillissement des éléments sur la précision de la mesure. L'option pour l'étalonnage de la pince se trouve dans le **MENU**.

- Il faut porter une attention particulière à la qualité de la connexion de l'objet testé avec le cordon de mesure - l'endroit de contact doit être exempt de la peinture, de la rouille etc...

- Si la résistance des des électrodes auxiliaires est trop élevée, la mesure de prise de terre R_E sera chargée d'une incertitude additionnelle. L'incertitude de mesure particulièrement élevée apparaît lorsque l'on mesure une faible valeur de la résistance de terre avec des électrodes ayant un faible contact avec le sol (cette situation se produit lorsque la prise de terre est bien faite et la couche supérieure du sol est sèche et d'une conductivité faible). A ce moment-là, le rapport entre la résistance des électrodes et la résistance de mise à la terre mesurée est très important et l'incertitude de mesure qui en dépend l'est également. Il est possible alors, selon les formules indiquées dans le chapitre 10.2, de faire le calcul qui permettra d'évaluer l'impact des conditions de mesure. Il y a également la possibilité d'améliorer le contact de l'électrode avec le sol, par exemple au moyen de l'humidification avec de l'eau de l'endroit de l'insertion de l'électrode, l'insertion à nouveau de la sonde dans un endroit différent ou en utilisant une électrode de 80 centimètres. Il faut également vérifier les cordons de mesure - l'isolation n'est-elle pas endommagée ou les contacts: cordon - fiche banane - électrode ne sont-ils pas corrodés ou desserrés. Dans la plupart des cas, la précision de la mesure obtenue est suffisante, mais il faut toujours être conscient de l'incertitude qui risque d'impacter la mesure.

- Si la résistance des électrodes **H** et **S** ou de l'une d'entre elles dépasse 19,9k Ω , l'appareil affiche le message: "**Les résistances des électrodes R_H et R_S dépassent 19,9 k Ω ! Mesure impossible!**".

- L'étalonnage fait par le fabricant ne prend pas en compte la résistance des cordons de mesure. Le résultat affiché par l'appareil est la somme de la résistance de l'objet mesuré et de la résistance des cordons de mesure.

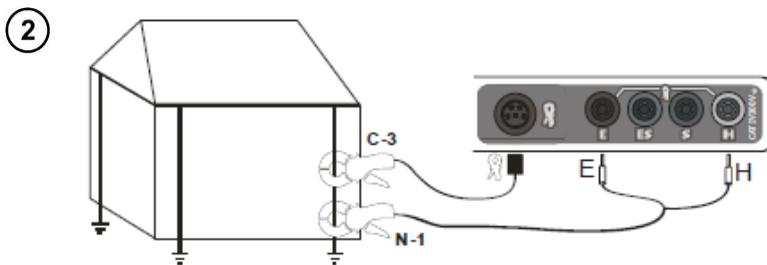
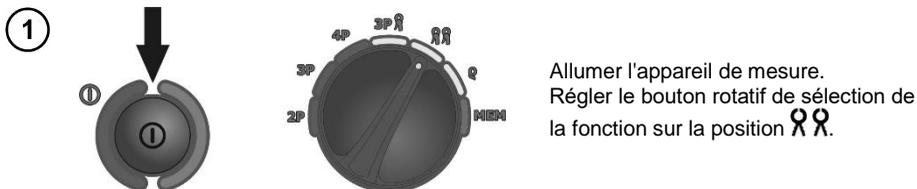
Informations supplémentaires affichées par l'appareil

$R_E > 2k\Omega$	Plage de mesure dépassée.
$U_N > 40V!$ et signal audio continu \leftarrow)	Tension sur les bornes de mesure supérieure à 40 V, mesure bloquée.
$U_N > 24V!$	Tension sur les bornes de mesure supérieure à 24 V, mais inférieure à 40 V, mesure bloquée.
NOISE!	Signal d'interférence trop élevé, le résultat peut être faussé par l'incertitude supplémentaire.
LIMITE!	L'incertitude de la résistance des électrodes >30%. (Dans le calcul de l'incertitude, les valeurs mesurées sont retenues.)
$I_L > \max$	Courant d'interférence excessif, l'erreur de mesure peut être supérieure à l'erreur de base.

3.6 Mesure de la résistance à la terre par la méthode à deux pinces (2C)

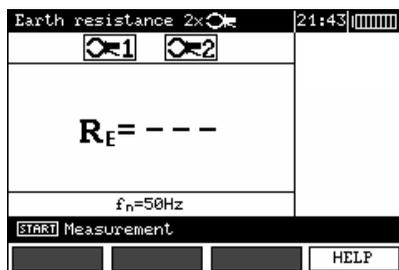
La mesure à deux pinces est applicable lorsqu'il n'est pas possible d'utiliser des électrodes enfoncées dans le sol.

ATTENTION!
La méthode à deux pinces ne peut être utilisée que pour mesurer les prises de terre multiples.



Brancher la pince génératrice aux prises **H** et **E**, la pince de mesure à la prise de pince.

Fixer la pince génératrice et la pince à la prise de terre mesurée à une distance d'au moins 30 cm d'intervalle.

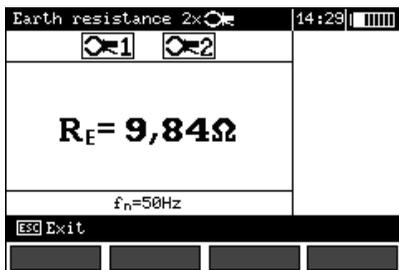


L'appareil est prêt pour la mesure.



Pour démarrer la mesure, appuyer sur **START**.

4



Lire le résultat.

Le résultat est affiché sur l'écran pendant 20s. Il peut être réaffiché en appuyant sur **ENTER**.

Remarques:



Les mesures peuvent être effectuées en présence d'un courant d'interférence ne dépassant pas 3 A et dont la fréquence est conforme à celle qui a été réglée dans le MENU.

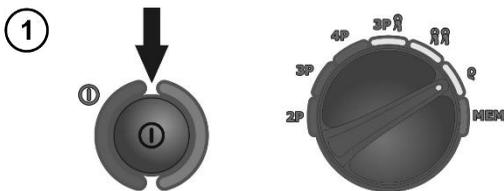
- La pince ne fait pas partie de l'équipement de base de l'appareil, elle doit être achetée séparément.
- La pince doit être étalonnée avant la première utilisation. Elle peut être étalonnée périodiquement pour éviter l'impact du vieillissement des éléments sur la précision de la mesure. L'option pour l'étalonnage de la pince se trouve dans le **MENU**.
- Si le courant de la pince de mesure est insuffisant, le multimètre affiche le message: "**Le courant mesuré avec pince est insuffisant. Mesure impossible!**".

Informations supplémentaires affichées par l'appareil

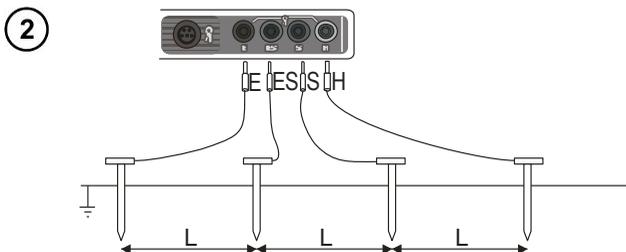
$R_E > 150\Omega$	Plage de mesure dépassée.
$U_N > 40V!$ et signal audio continu 	Tension sur les bornes de mesure supérieure à 40 V, mesure bloquée.
$U_N > 24V!$	Tension sur les bornes de mesure supérieure à 24 V, mais inférieure à 40 V, mesure bloquée.
NOISE!	Signal d'interférence trop élevé, le résultat peut être faussé par l'incertitude supplémentaire.

3.7 Mesure de résistivité du sol (ρ)

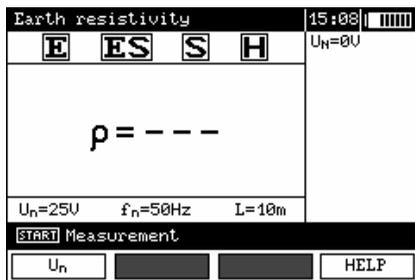
Pour les mesures de la résistivité du sol - utilisées en tant que préparation à la réalisation du projet du système de prises de terre ou en géologie - une fonction à part a été prévue sélectionnée avec le bouton rotatif: mesure de résistivité du sol ρ . Du point de vue métrologie, cette fonction est la même que la mesure de résistance de la prise de terre à quatre fils, mais elle contient une procédure supplémentaire consistant à saisir la distance entre les électrodes. Le résultat de la mesure est la valeur de la résistivité calculée automatiquement selon la formule $\rho = 2\pi LR_E$, utilisée dans la méthode de mesure de Wenner. Cette méthode suppose les distances égales entre les électrodes.



Allumer l'appareil de mesure.
Régler le bouton rotatif de sélection de la fonction sur la position ρ .

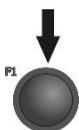


Connecter à l'appareil, selon la figure ci-dessus, 4 électrodes enfoncées dans le sol en une ligne et régulièrement espacées.

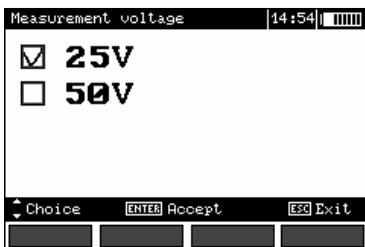


L'appareil est prêt pour la mesure.
La valeur de la tension d'interférence peut être consultée sur l'écran auxiliaire.
La barre de réglage affiche: la tension de mesure, la fréquence du réseau sélectionnée dans le **MENU** et les distances entre les électrodes.

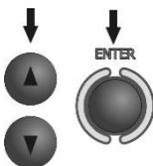
3



Pour modifier la tension de mesure appuyer sur la touche **F1**.

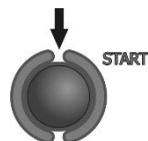


4

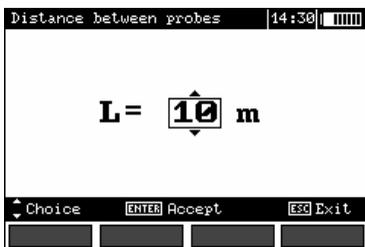


Se servant des touches ▲, ▼ sélectionner la tension de mesure, appuyer sur **ENTER**.

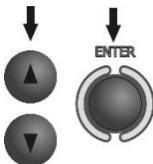
5



Pour démarrer la mesure, appuyer sur **START**.

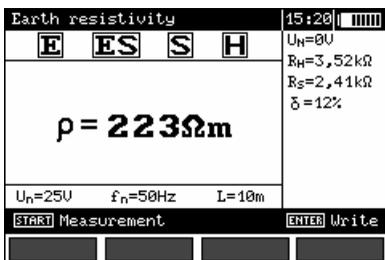


6



Se servant des touches ▲, ▼ sélectionner les distances entre les électrodes, appuyer sur **ENTER** pour démarrer la mesure.

7



← Lire le résultat.
← Résistance de l'électrode de courant
← Résistance de l'électrode de tension
← Valeur de l'incertitude supplémentaire provoquée par la résistance des électrodes

Le résultat est affiché sur l'écran pendant 20 s. Il peut être réaffiché en appuyant sur **ENTER**.

Remarques:



La mesure de résistance de terre peut être réalisée si la tension d'interférence ne dépasse pas 24 V. La tension d'interférence est mesurée jusqu'à 100 V. Ne pas brancher l'appareil de mesure aux tensions supérieures à 100 V.

- Dans le calcul, il est supposé que les distances entre les électrodes de mesure sont égales (méthode Wenner). Si ce n'est pas le cas, il faut faire la mesure de résistance des prises de terre avec la méthode à quatre fils et faire les calculs soi-même.

- Il faut porter une attention particulière à la qualité de la connexion de l'objet testé avec le cordon de mesure - l'endroit de contact doit être exempt de la peinture, de la rouille etc...

- Si la résistance des électrodes auxiliaires est trop élevée, la mesure de prise de terre R_E sera chargée d'une incertitude additionnelle. L'incertitude de mesure particulièrement élevée apparaît lorsque l'on mesure une faible valeur de la résistance de terre avec des électrodes ayant un faible contact avec le sol (cette situation se produit lorsque la prise de terre est bien faite et la couche supérieure du sol est sèche et d'une conductivité faible). A ce moment-là, le rapport entre la résistance des électrodes et la résistance de mise à la terre mesurée est très important et l'incertitude de mesure qui en dépend l'est également. Il est possible alors, selon les formules indiquées dans le chapitre 10.2, de faire le calcul qui permettra d'évaluer l'impact des conditions de mesure. Il y a également la possibilité d'améliorer le contact de la sonde avec le sol, par exemple au moyen de l'humidification avec de l'eau de l'endroit de l'insertion de l'électrode, l'insertion à nouveau de la sonde dans un endroit différent ou en utilisant une électrode de 80 centimètres. Il faut également vérifier les cordons de mesure - l'isolation n'est-elle pas endommagée ou les contacts: cordon - fiche banane - électrode ne sont-ils pas corrodés ou desserrés. Dans la plupart des cas, la précision de la mesure obtenue est suffisante, mais il faut toujours être conscient de l'incertitude qui risque d'impacter la mesure.

- Si la résistance des électrodes **H** et **S** ou de l'une d'entre elles dépasse 19,9 k Ω , l'appareil affiche le message: "**Les résistances des électrodes R_H et R_S dépassent 19,9 k Ω ! Mesure impossible!**".

Informations supplémentaires affichées par l'appareil

$\rho > 1M\Omega m$	Plage de mesure dépassée.
$U_N > 40V!$ et signal audio continu 	Tension sur les bornes de mesure supérieure à 40 V, clavier bloqué.
$U_N > 24V!$	Tension sur les bornes de mesure supérieure à 24 V, mais inférieure à 40 V, mesure bloquée.
LIMITE!	L'incertitude de la résistance des électrodes >30%. (Dans le calcul de l'incertitude, les valeurs mesurées sont retenues.)
NOISE!	Signal d'interférence trop élevé, le résultat peut être faussé par l'incertitude supplémentaire.

4 Mémoire

Les appareils MRU-120 sont équipés d'une mémoire de 990 résultats de mesure de résistance. L'endroit dans la mémoire où un résultat individuel est stocké s'appelle cellule de mémoire, qui dans l'appareil est décrite en tant que „mesure”. La mémoire est divisée en 10 banques de 99 cellules chacune. Chaque résultat peut être stocké dans la cellule d'un certain numéro et dans la banque sélectionnée afin que l'utilisateur de l'appareil de mesure puisse attribuer des numéros de cellules à des points de mesure particuliers et les numéros de banques à des objets particuliers, effectuer des mesures dans l'ordre de son choix et les répéter sans perdre les autres données.

La mémoire des résultats des mesures n'est pas effacée lorsque l'appareil est éteint, afin qu'ils puissent ensuite être récupérés ou transférés vers l'ordinateur. Les numéros de cellule courante ni de banque ne sont pas modifiés.

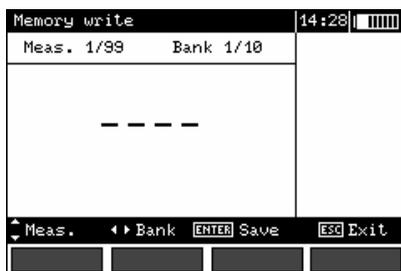
Il est recommandé d'effacer la mémoire après la lecture des données ou avant une nouvelle série de mesures afin qu'elles puissent être enregistrées dans les mêmes cellules que les précédentes.

4.1 Saisie dans la mémoire

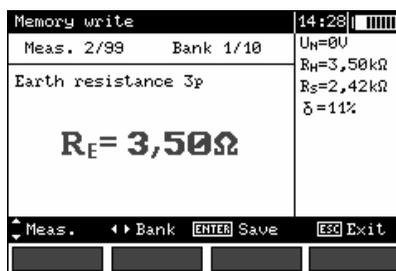
①



Après l'exécution de la mesure appuyer sur **ENTER**.



cellule libre



cellule occupée

②

Sélection de la mesure (de la cellule) avec les touches ▲ et ▼, sélection de la banque avec les touches ◀ et ▶. Saisie dans la mémoire avec la touche **ENTER**.

③

La tentative d'un enregistrement dans la cellule occupée provoque l'apparition de l'avertissement:



④

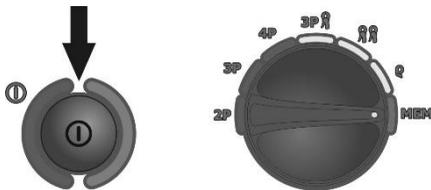
Après la sélection d'une option avec des touches ◀ et ▶ appuyer sur **ENTER**.

4.2 Suppression de la mémoire

Remarque:

Pendant la suppression, la barre de progression est affichée.

1



Allumer l'appareil de mesure.
Régler le bouton rotatif
de sélection de la fonction
en position **MEM**.

2



Se servant des touches ▲ et ▼
sélectionner
"Suppression de la mémoire".



3



Appuyer sur **ENTER**.



4



Se servant des touches ▲ et ▼ sélectionner suppression de la totalité de la mémoire, de la banque ou de la mesure.

5

Suivre les instructions affichées par l'appareil.

4.3 Consultation de la mémoire

1

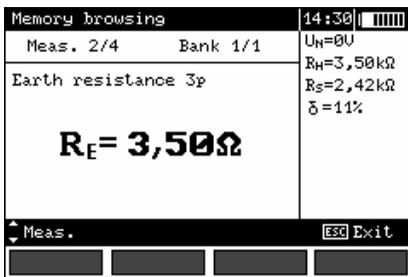


Se servant des touches ▲ et ▼ sélectionner "Consultation de la mémoire".

2



Appuyer sur **ENTER**.



3

Avec les touches ◀ et ▶ sélectionner la banque et avec les touches ▲ et ▼, la cellule.

Remarques:

- Lors de la consultation de la mémoire, les mesures et les banques vides ne sont pas accessibles. L'inscription „Mesure 1/20” désigne la première mesure parmi les 20; les mesures 21...99 sont vides et inaccessibles. Le même principe est applicable aux banques. Si la mémoire est enregistrée de manière discontinue, les mesures vides et les banques sont ignorées lors de la navigation.

5 Transmission de données

Remarques:

- La transmission de données est impossible lors de la charge des batteries.

5.1 L'ensemble de l'équipement pour travailler avec l'ordinateur

Pour la coopération de l'appareil de mesure avec l'ordinateur il faut un câble USB et le logiciel approprié. Si le logiciel n'a pas été acheté avec l'appareil de mesure, il peut être acquis auprès du fabricant ou d'un revendeur agréé.

Le logiciel acquis peut être utilisé pour la coopération avec de nombreux appareils fabriqués par SONEL S.A. équipés d'une interface USB.

Des informations détaillées sont disponibles auprès du fabricant et des revendeurs.

5.2 Transmission de données via la connexion USB

1. Régler le bouton rotatif sur la position MEM.
2. Brancher le câble au port USB de l'ordinateur et la prise USB de l'appareil.
3. Exécuter le logiciel.

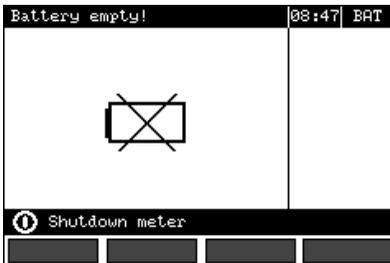
6 Alimentation de l'appareil

Remarque:

L'appareil MRU-120 a été conçu pour être utilisé uniquement avec les batteries jointes. L'utilisation des piles à la place des batteries ne peut avoir lieu que dans les cas d'urgence (par exemple, quand les batteries se vident totalement pendant les mesures des pylônes sur le terrain) et il faut prendre en compte leur décharge rapide (plusieurs mesures) et le dysfonctionnement de l'appareil de mesure à une consommation électrique instantanée élevée.

6.1 Surveillance de la tension d'alimentation

Le niveau de la charge des batteries est indiqué en continu par le symbole placé au coin supérieur droit de l'écran:



Batteries complètement épuisées, la mesure est bloquée.

Il faut se rappeler que:

- le message **BAT** affiché sur l'écran désigne la tension d'alimentation trop basse et il signale la nécessité de charger les batteries,
- les mesures effectuées avec l'appareil avec une tension d'alimentation insuffisante sont chargées d'incertitudes supplémentaires impossibles à déterminer par l'utilisateur et ne peuvent pas servir de base pour déterminer la conformité de la prise de terre contrôlée.

6.2 Remplacement des batteries

L'appareil MRU-120 est équipé d'un pack batteries NiMH et d'un chargeur permettant leur charge.

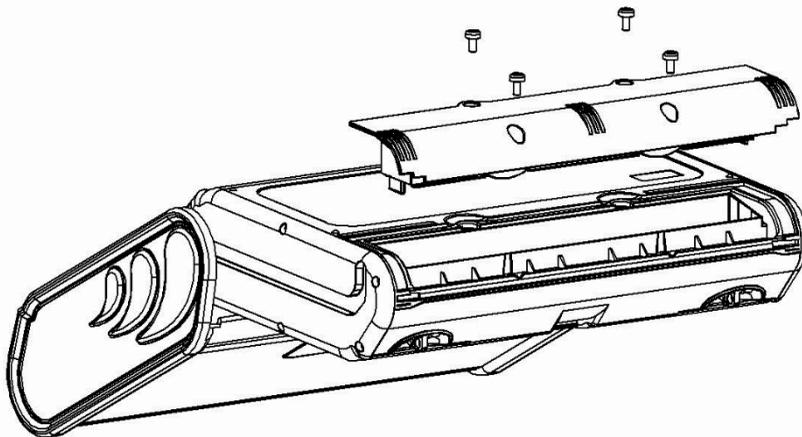
Le pack batteries est placé dans un boîtier. Le chargeur est installé à l'intérieur du boîtier de l'appareil de mesure et il est compatible uniquement avec le pack batteries SONEL. Il est alimenté à partir d'une source externe. Il est également possible de l'alimenter à partir de la prise allume-cigare.

MISE EN GARDE:

Les fils laissés dans les prises lors du remplacement des batteries peuvent provoquer une électrocution.

Pour remplacer le pack batteries, il faut:

- retirer tous les fils des prises et éteindre l'appareil,
- dévisser 4 vis de fixation du boîtier pour batteries (dans la partie inférieure du compartiment),
- enlever le boîtier,
- enlever le couvercle du boîtier et sortir les batteries,
- mettre en place un nouveau pack batteries,
- remettre en place (verrouiller) le couvercle du boîtier,
- placer le boîtier dans le multimètre,
- visser 4 vis de fixation du boîtier.



ATTENTION!

Ne pas utiliser l'appareil si le boîtier pour batteries est enlevé ou mal fermé ni l'alimenter à partir des sources autres que celles énumérées dans ce manuel.

6.3 Remplacement des fusibles

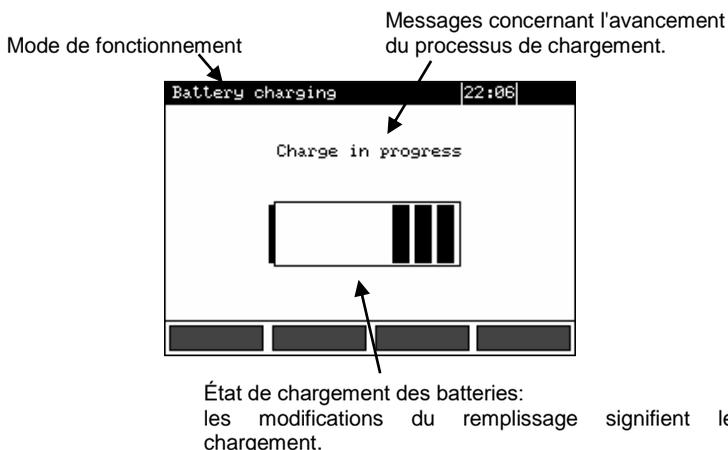
Quand le boîtier pour batteries est enlevé, il y a accès à deux fusibles interchangeables de type:

- FST 1 A 250 VAC, 5x20 mm et
- 2 A 250 VAC, à fusion lente, 5x20 mm.

Lorsque l'appareil ou le chargeur de batteries ne fonctionne pas, avant de l'envoyer au service il faut vérifier les fusibles et renouveler un fusible grillé. Les fusibles sont situés dans des supports, à proximité du centre de la niche. Pour les enlever, utiliser un outil étroit (par exemple un tournevis).

6.4 Chargement des batteries

Le chargement commence après la connexion d'une alimentation à l'appareil de mesure, aussi bien quand l'appareil est désactivé que quand il est en marche. Pendant le chargement, l'écran a l'aspect illustré ci-dessous. Les batteries sont chargées selon l'algorithme de la "charge rapide" - ce processus permet de raccourcir la durée de la charge à environ 4 heures. La fin du chargement est signalée par l'affichage du message : **Fin de chargement**. Pour arrêter l'appareil il faut enlever la fiche d'alimentation du chargeur.



Remarques:

- Les interférences dans le réseau risquent de provoquer la fin prématurée du chargement.. En cas de constatation que la durée du chargement a été trop courte, il faut débrancher l'appareil et recommencer le chargement.

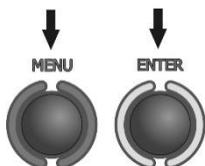
Informations supplémentaires affichées par l'appareil

Message	Cause	Démarche à suivre
Mauvais contact sur la connexion du pack batteries!	Trop haute tension sur le pack batteries pendant le chargement.	Vérifier les contacts sur la connexion du pack batteries. Si la situation ne change pas, remplacer le pack batteries.
Batterie absente!	Absence de communication avec le contrôleur de batteries ou le boîtier avec piles en place.	Vérifier les contacts sur la connexion du pack batteries. Si la situation ne change pas, remplacer le pack batteries. Insérer le pack batteries à la place des piles.
Température trop basse du pack batteries!	Température ambiante inférieure à 10°C	Une bonne exécution du chargement à cette température est impossible. Transporter l'appareil dans une pièce réchauffée et recommencer le chargement. Ce message peut également apparaître dans le cas d'une décharge importante des batteries. Il faut alors essayer à plusieurs reprises de mettre le chargeur en marche.
Chargement initial échoué!	Pack batteries endommagé ou fortement déchargé.	Ce message apparaît pendant un instant, après quoi le processus de chargement initial recommence. Si, après plusieurs tentatives, l'appareil affiche le message: Température du pack batteries trop haute! Remplacer le pack.

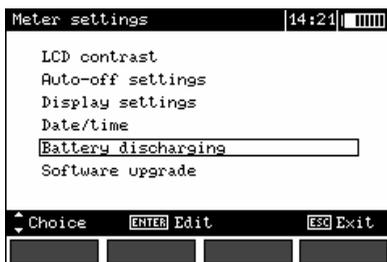
6.5 Batteries déchargées

Pour assurer le bon fonctionnement des batteries (indication du taux de chargement) et prolonger leur durée de vie, il est recommandé de les charger à zéro de temps en temps. Pour décharger les batteries il faut:

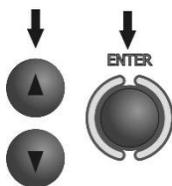
①



Appuyer sur la touche **MENU** et sélectionner
Réglage de l'appareil de mesure.
Appuyer sur **ENTER**.



2



Se servant des touches ▲ et ▼
sélectionner

Décharge des batteries
appuyer sur **ENTER**.

Lire le texte affiché et confirmer.

La décharge, qui, en fonction du taux de déchargement du pack dure jusqu'à 10 heures, est signalée par le message: **Décharge des batteries en cours**.

6.6 Conditions générales de l'utilisation des batteries à hydrure métallique de nickel (Ni-MH)

- Si l'appareil n'est pas utilisé pendant longtemps, enlevez les batteries et conservez-les séparément.
- Conservez les batteries dans un endroit sec, frais et bien ventilé et protégez-les contre l'ensoleillement direct. La température ambiante pendant un stockage prolongé doit être maintenue en dessous de 30 degrés C. Si les batteries sont stockées pendant une longue période à une température élevée, les processus chimiques qui se produisent risquent de réduire leur durée de vie.
- Habituellement les batteries NiMH résistent à 500-1000 cycles de chargement. Ces batteries n'atteignent leur capacité maximale qu'après leur formage (2-3 cycles de charge et décharge). Le plus important facteur pour la durée de vie de la batterie est la profondeur de décharge. Plus la décharge est profonde, plus courte est la durée de vie.
 - L'effet mémoire des batteries NiMH est limité. Ces batteries peuvent être rechargées sans conséquences majeures. Il est recommandé, cependant, de les décharger complètement tous les quelques cycles.
 - Pendant le stockage des batteries Ni-MH, une auto-décharge se produit d'environ 30% par mois. Le stockage des batteries à des températures élevées peut accélérer ce processus même de 2 fois. Afin d'éviter une décharge excessive de batteries, après laquelle le formage de celles-ci est indispensable, il faut recharger régulièrement les batteries (y compris celles qui ne sont pas utilisées).
- Les chargeurs rapides modernes détectent aussi bien la température trop basse que trop élevée de batteries et réagissent adéquatement à la situation. La température trop basse devrait empêcher le début du processus de chargement, qui pourrait endommager irrémédiablement la batterie. L'augmentation de la température de la batterie signifie qu'il faut terminer le chargement et ceci est un phénomène normal. Cependant, le chargement à une température ambiante élevée non seulement raccourcit la durée de vie, mais il provoque l'augmentation de la température de la batterie, qui ne sera pas chargée à sa pleine capacité.
- Il faut noter que pendant le chargement rapide les batteries seront chargées jusqu'à environ 80% de leur capacité, les meilleurs résultats peuvent être obtenus en poursuivant le chargement: le chargeur passe au régime de charge de maintien et après quelques heures, les batteries sont chargées à pleine capacité.
- Il ne faut pas utiliser les batteries à des températures extrêmes. Les températures extrêmes réduisent la durée de vie des piles et des batteries. Il faut éviter de laisser les appareils alimentés par batteries dans des endroits très chauds. La température nominale de travail doit être strictement respectée.

7 Nettoyage et entretien

ATTENTION!

Il faut utiliser uniquement les méthodes d'entretien spécifiées par le fabricant dans ce manuel.

Le boîtier de l'appareil peut être nettoyé avec un chiffon doux et humide en utilisant les détergents habituels. Ne pas utiliser de solvants ni de produits nettoyants qui pourraient rayer le boîtier (poudres, pâtes, etc.).

Les électrodes auxiliaires peuvent être lavées à l'eau et ensuite asséchées. Avant un stockage prolongé, il est recommandé de graisser les électrodes avec un lubrifiant pour machines.

Les bobines et les cordons peuvent être nettoyés avec de l'eau et du détergent, puis essuyés à sec.

Le système électronique de l'appareil ne nécessite aucun entretien.

8 Stockage

Pendant le stockage de l'appareil, il faut respecter les consignes suivantes:

- débrancher tous les fils de l'appareil,
- nettoyer l'appareil et tous les accessoires,
- embobiner les cordons de mesure longs,
- en cas d'un stockage prolongé, retirer les piles ou les batteries de l'appareil de mesure,
- pour éviter une décharge complète des batteries pendant le stockage prolongé, il faut les charger de temps en temps.

9 Démontage et élimination

Les appareils électrique et électroniques usagés doivent être collectés de manière sélective, c.-à-d. ne pas être éliminés avec les déchets d'une autre nature.

Les appareils électroniques usagés doivent être remis au centre de collecte conformément à la Loi sur les déchets électriques et électroniques.

Avant la mise au rebut de l'équipement, il ne faut démonter aucune pièce de l'équipement.

Il faut respecter les prescriptions locales concernant l'élimination des emballages, des batteries et des piles usagés.

10 Données techniques

- La précision spécifiée est relative aux bornes du multimètre.
- l'abréviation „v.m.” dans la détermination de précision signifie la valeur standard mesurée.

10.1 Données de base

Mesure de tension d'interférence U_N (RMS)

Plage	Résolution	Précision
0...100V	1V	$\pm(2\% \text{ v.m.} + 3 \text{ chiffres})$

- mesure pour f_N 45...65 Hz
- fréquence de mesures – min. 2 mesures/s

Mesure de résistance des conducteurs de mise à la terre et de compensation (2P)

Méthode de mesure: conforme à EN 61557-4

Plage de mesure selon EN 61557-4: 0,24 Ω ... 19,9 k Ω

Plage	Résolution	Précision
0,00...19,99 Ω	0,01 Ω	$\pm(2\% \text{ v.m.} + 2 \text{ chiffres})$
20,0...199,9 Ω	0,1 Ω	
200...1999 Ω	1 Ω	
2,00...9,99 k Ω	0,01 k Ω	$\pm(5\% \text{ v.m.} + 2 \text{ chiffres})$
10,0...19,9 k Ω	0,1 k Ω	

Mesure de résistance de terre – méthode tripolaire (R_E3P) et à 4 fils (R_E4P)

Méthode de mesure: tripolaire, conforme à EN 61557-5

Plage de mesure selon EN 61557-5: 0,30 Ω ... 19,9 k Ω

Plage	Résolution	Précision
0,00...19,99 Ω	0,01 Ω	$\pm(2\% \text{ v.m.} + 2 \text{ chiffres})$
20,0...199,9 Ω	0,1 Ω	
200...1999 Ω	1 Ω	
2,00...9,99 k Ω	0,01 k Ω	$\pm(5\% \text{ v.m.} + 4 \text{ chiffres})$
10,0...19,9 k Ω	0,1 k Ω	

Mesure de résistance des électrodes auxiliaires R_H et R_S

Plage	Résolution	Précision
0...999 Ω	1 Ω	$\pm(5\% (R_E+R_H+R_S) + 8 \text{ chiffres})$, mais pas moins de 10% R_E
1,00...9,99 k Ω	0,01 k Ω	
10,0...19,9 k Ω	0,1 k Ω	

Mesure de résistance de terre – méthode tripolaire avec pinces supplémentaires (R_E3P+C)

Plage de mesure selon EN 61557-5: 0,44 Ω ... 1999 Ω

Plage	Résolution	Précision
0,00...19,99 Ω	0,01 Ω	$\pm(8\% \text{ v.m.} + 3 \text{ chiffres})$
20,0...199,9 Ω	0,1 Ω	
200...1999 Ω	1 Ω	

Mesure de résistance de terre – méthode à deux pinces (2C)

Plage	Résolution	Précision
0,00...19,99 Ω	0,01 Ω	$\pm(10\% \text{ v.m.} + 3 \text{ chiffres})$
20,0...149,9 Ω	0,1 Ω	$\pm(20\% \text{ v.m.} + 3 \text{ chiffres})$

Mesure de résistivité du sol (ρ)

Méthode de mesure: Wenner, $\rho = 2\pi LR_E$

Plage	Résolution	Précision
0,0..199,9 Ωm	0,1 Ωm	Dépend de l'incertitude de base de la mesure R_E pour le système 4P, mais pas moindre de ± 1 chiffre
200..1999 Ωm	1 Ωm	
2,00..19,99 $\text{k}\Omega\text{m}$	0,01 $\text{k}\Omega\text{m}$	
20,0..99,9 $\text{k}\Omega\text{m}$	0,1 $\text{k}\Omega\text{m}$	
100..999 $\text{k}\Omega\text{m}$	1 $\text{k}\Omega\text{m}$	

- distance entre les sondes de mesure (L): 1...50 m

Autres données techniques

- type d'isolement conformément double aux EN 61010-1 et EN 61557
- catégorie de mesure (pour 2000m n.f.) IV 300 V selon la norme EN 61010-1
- degré de protection du boîtier selon EN 60529 IP54
- tension maximale d'interférences AC + DC, avec laquelle la mesure est effectuée 24 V
- tension d'interférences maximale mesurée 100 V
- courant d'interférences maximal, avec lequel la mesure de résistance de terre est effectuée avec pinces 3 A RMS
- fréquence du courant de mesure
 - pour le réseau 50 Hz 125 Hz
 - pour le réseau 60 Hz 150 Hz
- tension et courant de mesure pour 2P $U < 24 \text{ V RMS}$, $I \geq 200 \text{ mA}$ pour $R \leq 60 \Omega$
- tension de mesure pour R_{E3P} , R_{E4P} 25 ou 50 V
- courant de mesure (de court-circuit) pour R_{E3P} , R_{E4P} $> 200 \text{ mA}$
- résistance maximale des électrodes de mesure 20 $\text{k}\Omega$
- signalisation du courant de pince trop petit $\leq 0,5 \text{ mA}$
- alimentation du multimètre paquet de batteries type SONEl NiMH 4,8 V 3 Ah
- paramètres de l'adaptateur chargeur de batteries 100 V...240 V, 50 Hz...60 Hz
- nombre de mesures pour 2P > 1100 (1 Ω , 2 mesures/minute)
- nombre de mesures pour R_{E3P} , R_{E4P} > 800 ($R_E=10 \Omega$, $R_H=R_S=100 \Omega$, 2 mesures/minute)
- durée de la mesure de résistance des conducteurs de mise à la terre et de liaison équipotentielle $< 6 \text{ s}$
- durée de la mesure de résistance avec les autres méthodes et de résistivité $< 8 \text{ s}$
- dimensions 288 x 223 x 75 mm
- poids de l'appareil avec batteries env. 2 kg
- température de travail -10...+50°C
- plage de températures permettant de commencer le chargement de la batterie +10°C...+40°C
- températures avec lesquelles le chargement de la batterie est interrompu $< +5^\circ\text{C}$ et $\geq +50^\circ\text{C}$
- température de référence 23 $\pm 2^\circ\text{C}$
- température de stockage -20...+80°C
- humidité relative 20...90%
- humidité relative nominale 40...60%
- altitude $\leq 2000 \text{ m}^*$
- standard de qualité conception, étude et fabrication selon ISO 9001
- l'appareil est conforme aux exigences EMC selon les normes EN 61326-1 et EN 61326-2-2

NOTE

* Information sur l'utilisation de l'appareil de mesure à l'altitude de 2000 mètres jusqu'à 5000 mètres au-dessus du niveau de la mer

Pour les entrées de tension E, ES, S, H il faut supposer que la catégorie de mesure est abaissée jusqu'à la valeur CAT III 300 V par rapport au sol (au maximum 300 V entre les entrées de tension) ou CAT IV 150 V par rapport au sol (au maximum 150 V entre les entrées de tension). Les marquages et symboles placés sur l'appareil doivent être considérés comme obligatoires lors de son utilisation à une altitude inférieure à 2000 m.

10.2 Données supplémentaires

Les données sur les incertitudes additionnelles sont utilisées en particulier pour les mesures dans des conditions hors standard et pour les étalonnages dans des laboratoires de mesures.

10.2.1 Impact de la tension d'interférence en série sur la mesure de résistance pour les fonctions R_E3P, R_E4P, R_E3P+C

R	Incertitude additionnelle [Ω]
0,000...19,99 Ω	$\pm (25 \cdot 10^{-4} \cdot R_E + 2 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{U_N}{R_E}) \cdot U_N$
>19,99 Ω	$\pm (5 \cdot 10^{-4} \cdot R_E + 2 \cdot 10^{-2}) \cdot U_N$

10.2.2 Impact de la tension d'interférence sur la mesure de résistance pour la fonction ρ

$$\Delta_{\text{add}} [\Omega] = \pm 2,5 \cdot (10^{-3} \cdot R_E + 10^{-6} \cdot R_H \cdot U_N) \cdot U_N,$$

$$\text{où } R_E = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L}$$

10.2.3 Impact des électrodes auxiliaires sur la mesure de résistance de la prise de terre pour les fonctions R_E3P, R_E4P, R_E3P+C

R _H , R _S	Incertitude additionnelle [%]
R _H ≤ 1 kΩ et R _S ≤ 1 kΩ	dans les limites de précision
R _H > 1 kΩ ou R _S > 1 kΩ ou R _H et R _S > 1 kΩ	$\pm \left(\frac{R_S}{R_S + 10^6} \cdot 200 + \frac{R_H^2}{R_E \cdot R_H + 200} \cdot 5 \cdot 10^{-3} + R_H \cdot 4 \cdot 10^{-4} \right)$

R_E[Ω], R_S[Ω] et R_H[Ω] sont des valeurs affichées par l'appareil.

10.2.4 Impact des électrodes auxiliaires sur la mesure de résistance de la prise de terre pour les fonctions ρ

Incertitude additionnelle [%]
$\pm \left(\frac{R_H \cdot (R_S + 30000\Omega)}{R_E} \cdot 3,2 \cdot 10^{-7} + 4 \cdot 10^{-4} \cdot \sqrt{R_H^2 + R_S^2} \right)$

$R_E[\Omega]$, $R_S[\Omega]$ et $R_H[\Omega]$ sont des valeurs affichées par l'appareil.

10.2.5 Impact du courant d'interférence sur le résultat de la mesure de résistance de terre par la méthode R_E3P+C

L'appareil MRU-120 peut effectuer des mesures en présence d'un courant d'interférence ne dépassant pas 3 A RMS et dont la fréquence est conforme à celle qui a été réglée dans le MENU.

R_E	U_{sortie}	Incertitude [Ω]
$\leq 50 \Omega$	25 V	$\pm (5 \cdot 10^{-3} \cdot R_E \cdot I_I^2)$
	50 V	$\pm (2,5 \cdot 10^{-3} \cdot R_E \cdot I_I^2)$
$> 50 \Omega$	25 V	$\pm (70 \cdot 10^{-6} \cdot R_E^2 \cdot I_I^2)$
	50 V	$\pm (50 \cdot 10^{-6} \cdot R_E^2 \cdot I_I^2)$

Pour les valeurs de courant $> 3A$, la possibilité d'effectuer les mesures est bloquée.

10.2.6 Impact du courant d'interférence sur le résultat de la mesure de résistance de terre par la méthode à deux pinces (2C)

Le multimètre MRU-120 peut effectuer des mesures en présence d'un courant d'interférence ne dépassant pas 3 A RMS et dont la fréquence est conforme à celle qui a été réglée dans le MENU.

R_E	Incertitude [Ω]
0,00...4,99 Ω	dans les limites de précision
5,00...19,9 Ω	$\pm (5 \cdot 10^{-3} \cdot R_E^2 \cdot I_I^3)$
20,0...149,9 Ω	$\pm (6 \cdot 10^{-2} \cdot R_E^2 \cdot I_I^3)$

Pour les valeurs de courant $> 3A$, la possibilité d'effectuer les mesures est bloquée.

10.2.7 Impact du rapport de la résistance mesurée avec une pince de la branche de la mise à la terre multiple et de la résistance résultante (R_E3P+C)

R_C	Incertitude [Ω]
$\leq 99,9 \Omega$	$\pm (3 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{R_C}{R_w})$
$> 99,9 \Omega$	$\pm (6 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{R_C}{R_w})$

$R_C[\Omega]$ est la valeur de la résistance mesurée avec une pince de la branche affichée par l'appareil, et $R_w[\Omega]$ est la valeur de la résistance résultante de la mise à la terre multiple.

10.2.8 Incertitudes additionnelles selon IEC 61557-4 (2P)

Paramètre affectant	Désignation	incertitude additionnelle
Emplacement	E ₁	0%
Tension d'alimentation	E ₂	0% (non allumé BAT)
Température	E ₃	$\pm 0,2$ chiffres/°C pour R < 1k Ω $\pm 0,07\%$ /°C $\pm 0,2$ chiffres/°C pour R \geq 1k Ω

10.2.9 Incertitudes additionnelles selon IEC 61557-5 (R_{E3P}, R_{E4P}, R_{E3P+C})

Paramètre affectant	Désignation	incertitude additionnelle
Emplacement	E ₁	0%
Tension d'alimentation	E ₂	0% (non allumé BAT)
Température	E ₃	$\pm 0,2$ chiffres/°C pour R < 1 k Ω $\pm 0,07\%$ /°C $\pm 0,2$ chiffres/°C pour R \geq 1 k Ω
Tension d'interférence en série	E ₄	Selon les formules du p. 10.2.1 (U _N =3 V 50/60 Hz)
La résistance des électrodes et des prises de terre auxiliaires	E ₅	Selon la formule du p.10.2.3

11 Accessoires

La liste actuelle des accessoires se trouve sur le site Web du fabricant.

11.1 Accessoires standard

- électrode auxiliaire 30 cm (4 pièces) – **WASONG30**
- pince de masse – **WAZACIMA1**
- cordon de mesure noir, longueur 2,2 m terminé par fiches bananes – **WAPRZ2X2BLBB**
- cordons de mesure dans des bobines de 25 m de longueur (bleu **WAPRZ025BUBBSZ** – 1 pièce et rouge **WAPRZ025REBBSZ** – 1 pièce), terminés sur les deux embouts par les fiches bananes, avec possibilité de rallonger les cordons (pour les mesures de prises de terre étendues)
- cordon de mesure 50 m sur bobine (jaune), terminé sur les deux embouts par les fiches bananes – **WAPRZ050YEBBSZ**

MISE EN GARDE:

Les cordons sur bobines servent uniquement aux mesures avec des tensions en dessous de 50 V. Ils ne doivent pas être utilisés pour les mesures dans les réseaux d'électricité.

- cordon 1,2 m rouge – **WAPRZ1X2REBB**
- pince crocodile noire – **WAKROBL20K01**
- sonde pointue avec fiche banane rouge – **WASONREOGB1**
- pack batteries – **WAAKU08**
- housse pour l'appareil de mesure – **WAFUTL2**
- harnais de transport de l'appareil 2 pièces (court et long) – **WAPOZSZEKPL**
- câble USB – **WAPRZUSB**
- adaptateur secteur pour charger les batteries (adapté pour différents pays) – **WAZASZ7**
- manuel d'utilisateur
- certificat de calibration en usine

11.2 Accessoires optionnels

En outre, chez le fabricant et ses revendeurs, il est possible d'acheter les articles suivants qui ne sont pas inclus dans l'équipement standard:

WASONG80V2



- électrode auxiliaire 80 cm p

WACEGC3OKR



- pince réceptrice C-3

WAFUTL3



- housse L3 pour électrode auxiliaire 80 cm

WAPOJ1



- boîtier pour piles

WACEGN1BB



- pince génératrice N-1

WAPRZLAD12SAM



- câble pour charger les batteries à partir de la prise allume-cigare

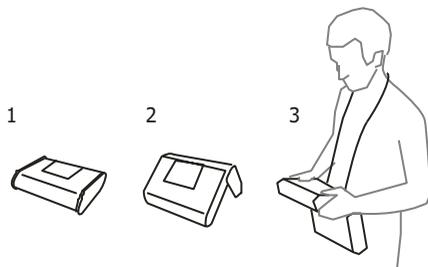
WAAKU07



- batterie NiMH 4,8 V 4,2 Ah
- certificat d'étalonnage avec accréditation

12 Position du couvercle de l'appareil de mesure

Le couvercle mobile permet d'utiliser l'appareil de mesure dans différentes positions.



1 – Couvercle en dessous de l'appareil

2 – Couvercle servant de support

3 – Couvercle en position permettant d'utiliser confortablement le multimètre transporté au cou avec le harnais

13 Fabricant

Le fabricant de l'appareil assurant le service garantie et après garantie :

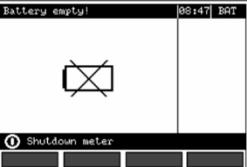
SONEL S.A.
Wokulskiego 11
58-100 Świdnica
Pologne
tél. +48 74 858 38 60
E-mail: export@sonel.com
Internet: www.sonel.com

Remarque:
Les réparations de service doivent être effectuées uniquement par le fabricant.

AVERTISSEMENTS ET INFORMATIONS AFFICHÉS PAR L'APPAREIL DE MESURE

ATTENTION!

Le dispositif est conçu pour fonctionner à des tensions d'interférence en-dessous de 24V pour les mesures R et en-dessous de 3V pour les mesures R_{CONT} . Les tensions jusqu'à 100 V sont mesurées, mais au-dessus de 40 V, elles sont signalées comme dangereuses. Ne pas brancher l'appareil de mesure aux tensions supérieures à 100V.

$U_N > 24V!$	Tension sur les bornes de mesure supérieure à 24 V, mais inférieure à 40V, mesure bloquée.
$U_N > 40V!$ et signal audio continu	Tension sur les bornes de mesure supérieure à 40V, mesure bloquée.
NOISE!	Signal d'interférence trop élevé, le résultat peut être faussé par l'incertitude supplémentaire.
$R > 20,0k\Omega$ $R_E > 20,0k\Omega$ $R_E > 2k\Omega$ $R_E > 150\Omega$ $\rho > 1M\Omega m$	Plage de mesure dépassée.
LIMIT!	L'incertitude de la résistance des électrodes > 30%. (Dans le calcul de l'incertitude, les valeurs mesurées sont retenues.)
$I_L > max$	Courant d'interférence excessif, l'incertitude de mesure peut être supérieure à celle de base.
	Batteries chargées.
	Batteries déchargées.
BAT	Batteries épuisées.
	Batteries complètement épuisées, la mesure est bloquée.



SONEL S.A.
Wokulskiego 11
58-100 Świdnica
Pologne



+48 74 858 38 60
+48 74 858 38 00
fax +48 74 858 38 09

e-mail: export@sonel.pl
www.sonel.pl