

MESUREUR D'ÉPAISSEUR CTS- 30A



Sommaire

1/ GENERALITE	3
2/ SPECIFICATIONS TECHNIQUES	3
3/ APPARENCE ET AFFICHAGE	4
3/1 Apparence	4
3/2 Affichage	4
4/ OPERATION	5
4/1 Mise en route	5
4/2 Mesure	5
4/3 Réglage appareil	5
4/4 Paramétrages et fonctions	6
4/5 Fonction Mémorisation	12
4/6 Fonction Rappel et Lecture Données	13
4/7 Rétroéclairage	13
5/ PREPARATION AVANT LA MESURE	13
5/1 Célérité du matériau	13
5/2 Préparation des surfaces	13
5/3 Sélection du palpeur et du couplant	13
6/ METHODE DE MESURE	14
6/1 Mesure générale	14
6/2 Mesure continue	14
6.3 Mesure de la paroi du tube	14
7/ MAINTENANCE	14
7/1 Contrôle batterie	14
7/2 Maintenance de l'appareil	14
7/3 Maintenance palpeur	15

1/ GENERALITE

Le mesureur d'épaisseur par ultrasons CTS-30A utilise les dernières innovations des micro-processeurs. Il peut mesurer les épaisseurs et célérités des métaux et autres matériaux utilisant ce principe de mesure par ultrasons.

Haute sensibilité, bonne détectabilité, mesures multiples et autres fonctions telles que l'enregistrement, la connexion à un ordinateur sont présents dans cet appareil. Il est destiné aux mesures à ultrasons pour la maintenance, la pétrochimie, la construction, les industries aéronautique et spatiales...

2/ SPECIFICATIONS TECHNIQUES

Ecran: 128X64 pixels, LCD avec rétro éclairage

Affichage Digit: 4

Gamme de mesure: 0.8mm ~ 300.0mm (Acier)

Répétabilité: (avec palpeur 5Z10FG-HC)

0.80mm ~ 9.99mm ± 0.05mm

10.00mm ~ 99.99mm ± (1‰H + 0.04)mm

100.0mm ~ 300.0mm ≤ 3‰H mm

Nota: H est la valeur mesurée.

Précision d'affichage: ±0.01mm/±0.1mm

Gamme de célérité: 1000m/s~9999 m/s

Fréquence de mesure: 2 times/second

Palpeur compatible: 5Z10FG-HC (configuration standard)

Mesure de tuyau: Pas en-dessous d'un diamètre de 20mm et d'épaisseur en-dessous de 2.0mm.

Méthode de calibration: Equipé d'un étalon et auto-calibré par logiciel.

Menu Langage: Anglais/Chinois/Français/Allemand

Fonction mémoire: Jusqu'à 5000 points de mesure et 100 fichiers de données.

Alimentation: 2 piles AAA, plus de 30 heures d'autonomie

Arrêt Auto: Sélection après 1/ 2/ 5 minutes (option)

Conditions d'utilisation:

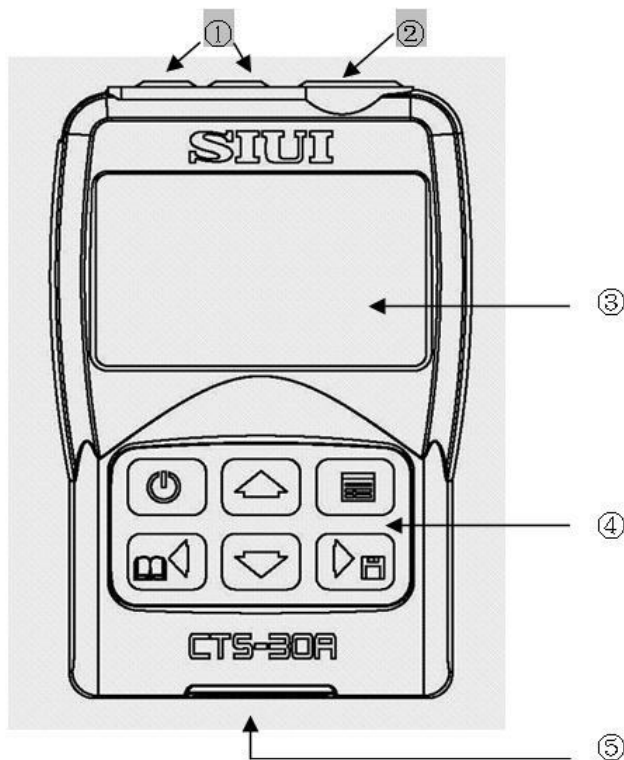
Température d'utilisation -10°C ~ 40°C

Température de stockage -20°C ~ 70°C

Dimensions: Unité (LxHxEp) 65mmx98mmx24mm

Poids: Approx. 120g (avec batteries)

3/ APPARENCE ET AFFICHAGE



- ① Double prise ② Test block ③ LCD
④ Clavier ⑤ Port USB

Fig. 1 Apparence

3/1 Apparence

L'appareil se présente comme la Fig. 1.

3/2 Affichage

L'afficheur LCD est tel que montré ci-après en Fig. 2. Les indications sont:




Fig. 2 Affichage

- 1) ☀ Rétro éclairage
2) ⚡ Couplage
3) 🔋 Fin batterie
4) 5920m/s Célérité utilisée


- 5) 5MHz Fréquence palpeur utilisée
- 6) D0000 Fichier mémoire utilisé
- 7) 10.01 Affichage mesure
- 8) H/L Limite haute et basse si paramétrées
- 9) 3 Nombre de mesure en mode moyenne
- 10 mm/in Unité de mesure
- 11) STD/MIN/AVG/DIFF Mesure Standard/ Minimum/ Moyenne/ Différence
- 12) — Affichage “-” moins si la mesure est inférieure à la valeur référence (DIFF).

4/ OPERATION

4/1 Mise en route


Appuyer 1 seconde sur  pour mettre en route l'appareil qui affichera :

- 1) Logo
- 2) Quand il est en mode mesure, il affiche: 0.0mm ou 0.00mm (0.00in ou 0.000in suivant réglage), la célérité, le palpeur sélectionné et l'adresse des mémoires.

Pour éteindre l'appareil, appuyer sur  3 secondes. L'appareil enregistre les paramètres et s'arrête.

4/2 Mesure


2 méthodes de mesure se présentent:

- 1) Allumer l'appareil et effectuer des mesures immédiatement.
- 2) Après réglage, appuyer sur  et effectuer les mesures.

4/3 Réglage appareil

Après remplacement du palpeur ou s'il y a des problèmes d'utilisation, il faut régler l'appareil.










4/3/1 Réglage Auto

- 1) Mesurer le bloc étalon sur l'appareil.
- 2) Appuyer sur  et si le palpeur n'est pas couplé, l'écran affichera **Put on the probe and repeat.**
- 3) Si le palpeur est bien couplé, l'écran affichera **Adjust completed!** et il y aura un bip de confirmation.
- 4) Le réglage est fini.

NOTA: Bien utiliser le bloc étalon de l'appareil pour garantir un bon réglage.

4/3/2 Réglage manuel




Si la célérité et l'épaisseur de la pièce à contrôler sont connues, on peut effectuer un réglage manuel.

- 1) Appuyer sur  pour entrer dans le menu.
- 2) Appuyer sur  ou  pour sélectionner **Custom Adjust**.
- 3) Appuyer sur  pour activer le paramétrage et régler la valeur de l'étalon utilisé.
- 4) Appuyer sur  ou  pour positionner le triangle sur le digit à modifier.
Appuyer sur  ou  pour modifier la valeur sous le triangle.
- 5) Appuyer sur  pour revenir en mode mesure. Si le palpeur n'est pas couplé, l'appareil affichera **Put on the probe** et **repeat**. Si le palpeur est bien couplé, le réglage sera effectif et un signal sonore sera émis.


NOTA: La précision de mesure après un réglage manuel dépendra de l'étalon utilisé. Il est préférable d'utiliser un étalon à $\pm 10\%$ des épaisseurs à mesurer.

4/4 Paramétrages et fonctions

Les paramètres et fonctions suivantes sont présents dans cet appareil.

Appuyer sur  pour entrer dans le menu, et Appuyer sur  ou  pour choisir:

1. Célérité
2. Palpeur
3. Précision
4. Réglage personnalisé
5. Arithmétique
6. Moyenne
7. Mémoire
8. Limite
9. Alarme sonore
10. Langage
11. Arrêt
12. Par défaut
13. Communication
14. Au sujet de

Appuyer sur  pour activer le paramétrage.

4/4/1 Mesures Arithmétiques

Dans cette fonction, Appuyer sur  pour sélectionner le mode choisit.

1. Standard
2. Minimum
3. Average
4. Difference

4/4/1/1 Standard

Quand **Standard** est choisi, le symbole **STD** est affiché en bas à gauche de l'écran. L'appareil mesure et affiche en mode standard. Méthode normale de mesure point par point.








4/4/1/2 Minimum

Quand **Minimum** est choisi, le symbole **MIN** est affiché en bas à gauche de l'écran, et affiche la mesure minimum des mesures effectuées consécutivement sans découplage. Cette méthode est intéressante lorsque l'on mesure de la corrosion ou que l'on souhaite obtenir l'épaisseur minimum.

4/4/1/3 Average

Quand **Average** est choisi, le symbole **AVG** est affiché en bas à gauche de l'écran, et la valeur affichée est la moyenne des multiples mesures d'un point.




La fonction **Average** permet de sélectionner de 2 à 9 points de mesures.

- 1) Appuyer sur  pour activer le menu.
- 2) Appuyer sur  ou  pour choisir **Arithmetic**.
- 3) Appuyer sur  pour valider.
- 4) Appuyer sur  ou  pour choisir **Average**.
- 5) Appuyer sur  pour confirmer. Maintenant le nombre de point est affiché à gauche de la mesure. Quand on utilise cette fonction, les étapes sont les suivantes:
 - a. Mesurer la pièce. La valeur s'affiche et le numéro du point aussi.
 - b. Mesurer à nouveau. L'écran affichera la valeur et le numéro du point augmentera de 1.
 - c. Répéter les étapes a et b. Quand on arrive au nombre de points sélectionnés, l'appareil calcule la valeur moyenne et l'affiche. Une alarme sonore valide le process. La moyenne est faite.

4/4/1/4 Difference

Quand **Difference** est choisi, le symbole **DIFF** est affiché en bas à gauche de l'écran, et la valeur affichée est la différence avec la valeur paramétrée de référence. La référence peut être paramétrée dans le menu **Limitation**. Voir 4.4.6.


4/4/1/5 Average Point

Dans cette fonction **Average point**, Appuyer sur  pour l'activer et Appuyer sur  ou  pour modifier le nombre de point. Quand Arithmetic est en mode Average, le numéro est affiché en haut à gauche et la valeur moyenne est affichée.

4/4/2 Célérité

Appuyer sur  pour valider, 2 options s'affichent :



1. Vel Setting
2. Vel Measuring

Appuyer sur  pour valider l'option choisie.

4/4/2/1 Réglage de la célérité

Si la célérité du matériau est connue, on peut la régler manuellement comme décrit ci-après:

Appuyer sur  ou  pour changer la position du triangle et choisir le digit à modifier.

Appuyer sur  ou  pour modifier la valeur sous le triangle.









Appuyer sur  pour confirmer les modifications des valeurs.

4/4/2/2 Mesure de la célérité

Si la célérité du matériau est inconnue, on peut calculer cette célérité à l'aide de cette fonction.








NOTA: Quand on utilise cette fonction, pensez à préparer un étalon de la même matière que la pièce à contrôler.

Les étapes sont les suivantes:

- 1) Mesurer l'étalon de manière conventionnelle (Cette étape est très importante pour le réglage de la célérité).
- 2) Appuyer sur  pour activer **velocity measurement**, l'épaisseur de l'étalon s'affiche.
- 3) Appuyer sur  ou  pour bouger le triangle et sélectionner les digits à modifier.
Appuyer sur  ou  pour modifier les valeurs sous les triangles.
- 4) Appuyer sur  pour valider le mode **Vel Measuring**, l'écran affiche la célérité.
- 5) Dans ce mode **Vel Measuring**, Appuyer sur  pour activer le mode mesure normal et appuyer sur  pour entrer dans le menu.

4/4/3 Sélection du palpeur








L'opérateur peut choisir le palpeur comme indiqué dans la section 5.3 et ses besoins de mesure.

- 1) Appuyer sur  pour entrer dans le menu.
- 2) Appuyer sur  et  pour choisir **Probe**
- 3) Appuyer sur  pour valider l'option choisie:
 1. **NORMAL 5.0MHz**: Configuration standard du palpeur 5Z10FG-HC.
 2. **OTHER**: Quand on utilise un autre palpeur
- 4) Appuyer sur  et  pour choisir le palpeur.
- 5) Appuyer sur  pour confirmer l'option.

4/4/4 Précision

L'utilisateur peut choisir la précision d'affichage de sa mesure en fonction de son travail à effectuer. Si l'on veut une haute précision, la surface de contact doit être très bonne.

Avec un palpeur basse fréquence (2MHz et moins) ou haute température, choisir plutôt 0.1mm ou 0.01mm.

- 1) Appuyer sur  pour entrer dans le menu.
- 2) Appuyer sur  et  pour sélectionner **Precision**.
- 3) Appuyer sur  pour valider l'option:
 1. 0.1 MM
 2. 0.01 MM
 3. 0.01 IN
 4. 0.001 IN
- 4) Appuyer sur  et  pour sélectionner son choix.
- 5) Appuyer sur  pour confirmer.







4/4/5 Mémoire

Pour entrer dans le menu **Memory**, Appuyer sur  s'affiche alors :

1. Data Addr
2. Data Clear
3. Param Addr
4. Param Clear

4/4/5/1 Data Addr

Le mesureur possède une mémoire de 5000 données et chaque adresse peut être paramétrée. Les positions vont de 0000 à 4999.













- 1) Appuyer sur  pour entrer dans le menu.
Appuyer sur  et  pour sélectionner **Data Addr**.
- 2) Appuyer sur  valider l'option.
- 3) Appuyer sur  ou  pour changer la position du triangle sur le digit

sélectionné. Appuyer sur  ou  pour modifier la valeur.

- 4) Appuyer sur  pour confirmer.













4/4/5/2 Data Clear

L'utilisateur peut effacer les données en mémoire.

- 1) Appuyer sur  pour entrer dans le menu.
- 2) Appuyer sur  et  pour choisir **Data Clear**.
- 3) Appuyer sur   pour valider l'option, l'écran affichera 2 nombres à 4 digits. Ces 2 nombres sont le début et la fin des adresses à effacer.
- 4) Appuyer sur   ou   pour changer la position du triangle. Appuyer sur  ou  pour changer la valeur.
- 5) Appuyer sur  pour valider. Le système va effacer les données depuis le début jusqu'à la fin. L'écran affichera **Wait please...**













4/4/5/3 Param Addr

Le mesureur peut afficher 100 adresses différentes (system setup), et les données peuvent être enregistrées avec ces adresses. Ces adresses vont de 00 à 99.

- 1) Appuyer sur  pour entrer dans le menu.
- 2) Appuyer sur  et  pour choisir **Param Addr**.
- 3) Appuyer sur   pour valider l'option.
- 4) Appuyer sur   ou   pour changer la position du triangle et sélectionner l'adresse. Appuyer sur  ou  pour changer la valeur.
- 5) Appuyer sur  pour valider.










4/4/5/4 Param Clear

L'utilisateur peut effacer les paramètres mémoire.

- 1) Appuyer sur  pour entrer dans le menu.
- 2) Appuyer sur  et  pour choisir **Param Clear**.
- 3) Appuyer sur   pour valider l'option. L'écran affiche alors 2 nombres de 4 digits, qui sont le début et la fin des paramètres à effacer.
- 4) Appuyer sur   ou   pour changer la place du triangle sur le digit à modifier. Appuyer sur  ou  pour changer la valeur.
- 5) Appuyer sur  pour valider. Le système effacera du début à la fin des valeurs à effacer, l'écran affichera **Wait please...**

4/4/6 Limite








Limite haute et basse et valeur de référence (utilisé pour la mesure DIFF) sont paramétrables comme suit:

- 1) Appuyer sur  pour entrer dans le menu.
- 2) Appuyer sur  et  pour choisir **Limitation**.
- 3) Appuyer sur  pour valider l'option.
- 4) Appuyer sur  ou  pour changer de place le triangle sur le digit à modifier.
Appuyer sur  ou  pour modifier la valeur sous le triangle.
- 5) Appuyer sur  pour valider.

NOTA: La gamme des limites haute/basse va de 0,8 mm à 299,99 mm.

4/4/7 Signal sonore

Quand la mesure est hors limite, l'option **Overload horn** peut être active. Si **Sign+Sound** est choisi, le système d'alarme est sonore et visuel en affichant **L** ou **H**, Cela indique si la valeur est haute ou basse. Si **Sign** est choisi, seul l'affichage écran est valide sans alarme sonore. Si **Off** est choisi, pas d'alarme visuelle ou sonore.











- 1) Appuyer sur  pour entrer dans le menu.
- 2) Appuyer sur  et  pour choisir **Overload Horn**
- 3) Appuyer sur  pour valider l'option.
- 4) Appuyer sur  et  pour choisir l'option.
- 5) Appuyer sur  pour valider.

4/4/8 Communication

L'appareil est muni d'une sortie USB pour transférer les données via un PC.

Avec cette fonction, les données mémorisées et les paramètres peuvent être transférés sur un PC et être édités en rapport ou mémorisés.

Ouvrir le logiciel de communication du PC, connecter à l'aide du câble l'appareil et le PC. Le PC recevra automatiquement les données et paramètres dans un fichier (*.TXT). L'opération s'effectue comme suit:

- 1) Appuyer sur  pour entrer dans le menu.
- 2) Appuyer sur  et  pour choisir **Communication**.
- 3) Appuyer sur  pour valider l'option.
- 4) Appuyer sur  et  pour choisir **Data** ou **Parameter** transmission. Appuyer sur  pour valider l'option.
- 5) Appuyer sur  et  pour choisir le début et la fin des données à transférer.
- 6) Appuyer sur  pour valider.








A ce moment le système est en mode standby pour le transfert des données.

Appuyer sur le bouton **Transmit** sur l'écran du PC pour établir la communication et démarrer le transfert des données. En même temps le mesureur affiche une barre de transfert. Quand la transmission est finie, les données s'affichent sur le PC. Appuyer sur **Save** pour enregistrer ces données dans un fichier texte.







NOTA: Il faut bien sélectionner les bonnes adresses qui correspondent aux données souhaitées pour la mémorisation.

4/4/9 Langage

Chinois, Anglais, Allemand et français sont disponible dans le système. L'opérateur peut les sélectionner comme suit :





- 1) Appuyer sur  pour entrer dans le menu.
- 2) Appuyer sur  et  pour choisir **Langage**.
- 3) Appuyer sur  pour valider l'option.
- 4) Appuyer sur  et  pour choisir le langage choisi.
- 5) Appuyer sur  pour valider.

4/4/10 Arrêt


- 1) Appuyer sur  pour entrer dans le menu.
- 2) Appuyer sur  et  pour choisir **Shutdown**.
- 3) Appuyer sur  pour valider l'option.
- 4) Appuyer sur  et  pour choisir le temps souhaité. Durant cette période, si l'utilisateur n'appuie pas sur une touche ou n'effectue aucune mesure, le système s'arrête automatiquement. Si l'opérateur a choisi **Off**, le système arrête cette fonction.



4/4/11 Par défaut

S'il y a un problème, l'opérateur peut sélectionner **To default** et le système se réinitialise avec les réglages usine.


- 1) Appuyer sur  pour entrer dans le menu.
- 2) Appuyer sur  et  pour choisir **To default**.
- 3) Appuyer sur  pour réinitialiser.

4/5 Fonction Mémorisation





En mode mesure, suivant le paramétrage effectué comme décrit dans le paragraphe 4.4.5, l'utilisateur appuiera sur  pour mémoriser les mesures. Les adresses s'incrémenteront une par une. Quand les adresses arriveront à 99, le système recommencera à 00 et continuera. Quand on arrivera à 4999, on retournera à 0000.







NOTA: Seulement un bon couplage (le symbole couplage \pm s'affiche) permet la mise en mémoire de la valeur en appuyant sur la touche . Si l'adresse est utilisée, il faut à nouveau appuyer  pour l'écraser.

4/6 Fonction Rappel et Lecture Données





En mode mesure, l'opérateur appuiera sur la touche  pour afficher les valeurs mémorisées.

- 1) S'il n'y a pas de valeur en mémoire, l'écran affiche **No Memory**.
- 2) S'il y a des valeurs en mémoire, l'écran affiche, les adresses, la célérité et la mesure.

Appuyer sur  et  pour passer à la page suivante. Appuyer sur  et  pour choisir les différentes lignes.

A ce moment, appuyer sur  pour repasser en mode mesure. Si on appuie sur  on affichera le détail des paramètres de la ligne de mesure sélectionnée. Appuyer sur  a nouveau pour paramétrer. Appuyer sur  et  pour faire défiler les pages. Appuyer sur  pour retourner en mode normal.

4/7 Rétroéclairage

La fonction rétroéclairage permet de mieux lire l'écran en environnement sombre. Si possible éviter de l'utiliser pour augmenter la durée de vie des piles. Pour cela appuyer  pour mettre en route le rétroéclairage, l'indicateur  est affiché en haut à gauche de l'écran. Appuyer sur  à nouveau pour arrêter le rétroéclairage, l'indicateur  s'éteint.

5/ PREPARATION AVANT LA MESURE

5/1 Célérité du matériau

Avant d'effectuer une mesure, reportez vous au paragraphe 4.4.2.1 des valeurs des célérités.

5/2 Préparation des surfaces

L'état de la surface à contrôler, rugosité, corrosion, peinture, ... peut engendrer des erreurs de mesure. Une préparation de cette surface peut être nécessaire comme par exemple un polissage, un grattage ou un meulage avant d'effectuer une mesure.

Cet appareil a une bonne sensibilité et détectabilité. La préparation de surface peut être légère. Même avec une rugosité de 12.5µm ou un peu de corrosion ou peinture, la mesure s'effectuera dans la majorité des cas.

5/3 Sélection du palpeur et du couplant

Avant de mesurer, choisir le palpeur adapté à cette mesure. Le palpeur 5Z10FG-HC est pour une utilisation générale.

Cet appareil est compatible avec la majorité des palpeurs du marché (Il faudra cependant vérifier la compatibilité par des essais).

Pour effectuer des mesures il faudra appliquer un peu de couplant entre la pièce et le palpeur. Une bonne viscosité telle que le glycérol convient dans le cas de petit diamètre.

6/ METHODE DE MESURE

6/1 Mesure générale

6/1/1 Mesure simple

Mesure point par point. Utilisé sur des pièces usinées avec peu de corrosion. Habituellement pour des pièces dont le parallélisme ne dépasse pas $\frac{1}{4}$ de la longueur d'onde (pour le palpeur 5Z10FG-HC le non parallélisme doit être inférieur à 0.3mm).

6/1/2 Double mesure

Pour chaque mesure on effectue deux fois la mesure en tournant le palpeur à chaque mesure de 90°. On mémorise la valeur mini.

6/1/3 Mesure multiple dans un diamètre de 30mm

On utilise cette méthode pour augmenter la surface contrôlée et ainsi minimiser le risque de ne pas voir une forte érosion/corrosion.

6/2 Mesure continue

On mesure les points 5 mm par 5 mm pour essayer de trouver la valeur minimum.

6.3 Mesure de la paroi du tube


La sonde permet d'effectuer la mesure le long de l'axe du tube ou perpendiculairement (90°) à l'axe.

Si le diamètre du tuyau est de grande taille, on mesure alors dans la direction de l'axe, si le diamètre de la canalisation est faible, on mesure dans les deux directions en déplaçant la sonde lentement et choisir alors la valeur minimum de l'épaisseur.

7/ MAINTENANCE

Il s'agit d'un appareil électronique. Un entretien périodique est conseillé.

7/1 Contrôle batterie

Lorsque les piles sont déchargées, un indicateur "  " est affiché en haut à droite. Il est temps de changer les piles pour un bon fonctionnement.

Pour augmenter la durée de vie des piles, il est conseillé de ne pas utiliser le rétroéclairage.

Si l'appareil n'est pas utilisé pendant une longue période, il faut ôter les piles.

7/2 Maintenance de l'appareil

Eviter d'utiliser l'appareil dans des environnements haute température ou humide.

Le stocker dans un endroit sec et tempéré. Ne pas utiliser de produit chimique ou corrosif.

Après utilisation, le nettoyer avec un coton et de l'alcool.

En cas de problème, s'assurer en premier lieu de l'état des piles. S'il ne s'agit pas d'un problème d'alimentation, ne pas démonter l'appareil mais le renvoyer à notre service après vente pour diagnostic et réparation.

7/3 Maintenance palpeur

Ne pas taper le palpeur, l'utiliser avec précaution, ne pas forcer sur le câble et les connecteurs.


Pour déconnecter le palpeur, tirer sur les connecteurs et non le câble sinon risque d'arrachement.

Eviter de frotter les câbles lors de l'utilisation de l'appareil.

Après utilisation, nettoyer le palpeur et le câble.

Appendice A: Installation du logiciel CD

Les données de l'appareil peuvent être transférées sur un PC pour analyse. Suivre les instructions ci-après :

1. Ouvrir le CD, et trouver le logiciel d'installation adéquate à votre système.
2. Exécuter le logiciel (exe file).
3. Vous reporter au paragraphe 4.4.8, concernant le transfert des données. Appuyer sur  sur l'appareil et appuyer sur **START** dans le logiciel de transmission des données.
4. Après transmission, sauvegarder sur le PC ou imprimer.
5. Appuyer sur **EXIT** pour sortir du logiciel.

Appendice B: Vitesse Acoustique des Matériaux

Liste des matériaux	Vitesse acoustique longitudinale (m/s)
Acier	5920
Aluminium	6260
Argent	3700
Chrome	6200
Cuivre	4720
Eau (20°C)	1480
Etain	3230
Fer	5930
Fonte Acier	4400~5820
Glycérol	1920
Inox	5740
Laiton	4280~4700
Magnésium	5750
Nylon	2680
Or	3240
Plomb	2400
Résine acrylique	2730
Silicate de sodium	2350
Titane	5990
Tungstène	5174
Verre	5260~6120
Zinc	4170

NOTA: La liste des vitesses acoustiques est approximative et donnée seulement pour référence.