



MANUEL D'INSTRUCTIONS

DILATOMÈTRE FLEXIBLE

Modèle DMP

© Roctest Limité, 2003, 2018, 2021, 2023, 2026 Tous droits réservés.

L'installation et l'utilisation de ce produit peuvent parfois s'avérer dangereuses ; elles doivent être faites par du personnel qualifié seulement.
Les instructions contenues dans ce manuel sont fournies à titre indicatif et sont sous réserve de modifications. La Société n'assume aucune responsabilité quant au dommage qui pourrait résulter de l'installation ou de l'utilisation de ce produit.

Tél. : • 33 (1) 64.06.40.80 (Europe) 1.450.465.1113 • 1.877.ROCTEST (Canada, USA) www.telemac.com • www.roctest.com •

TABLE DES MATIÈRES

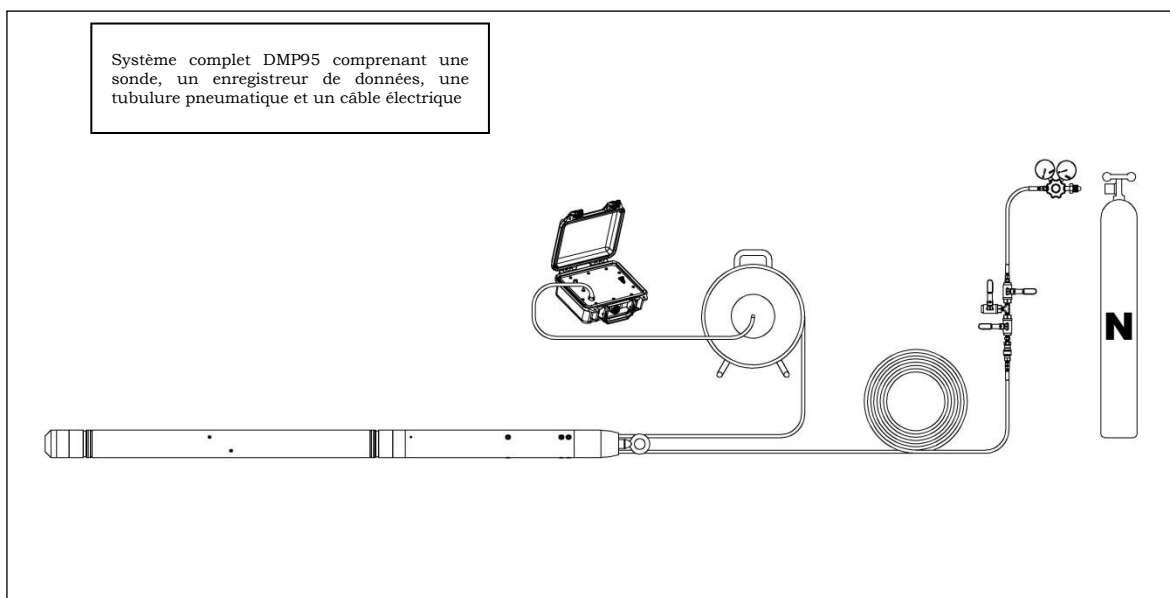
1	PRODUIT	2
2	INSTRUCTIONS D'UTILISATION	3
2.1	ASSEMBLAGE	3
2.2	UTILISATION DU DP BOX.....	4
2.2.1	DESCRIPTION	4
2.2.2	INSTALLATION DE L'APPLICATION DP BOX READER.....	5
2.2.3	RACCORDEMENT ET MISE EN MARCHÉ DU DP BOX.....	5
2.2.4	UTILISATION DE L'APPLICATION DP BOX READER	6
2.3	PROCÉDURES D'ESSAIS	12
2.4	CALCUL DU MODULE	14
3	ANNEXES	15
3.1	CERTIFICAT DÉTALONNAGE TYPIQUE.....	15
3.2	ASSEMBLAGE DE LA MANCHETTE	16
3.3	DÉMONTAGE DE LA MANCHETTE	18
3.4	LISTE D'ITEMS SUGGÉRÉS.....	19
3.5	ÉVALUATION DE LA PRÉCISION DES MESURES.....	21

1 PRODUIT

Le DMP est un dilatomètre flexible (ou de forage) conçu pour estimer in situ la déformabilité de la masse rocheuse selon la norme ISO 22476-5. Deux diamètres de sondes sont disponibles : 95 mm (DMP 95) pour forage de 101 mm, et 90 mm (DMP 90) pour forage de 96 mm. Un tube à sédiments est placé au-dessus de la sonde. La sonde est généralement gonflée avec du gaz comprimé. L'essai dilatométrique consiste à charger le massif rocheux par paliers progressifs et à mesurer la déformation diamétrale résultant de cette charge.

Pour effectuer un test, la sonde sera utilisée avec les accessoires suivants:

- Une flexible pneumatique avec des connecteurs, un régulateur de pression et des vannes
- Un câble électrique
- Un enregistreur de données (DP Box)
- Une (des) membrane (s) de rechange et l'outil d'assemblage de la membrane (voir l'annexe)



Système DMP Assemblé

La sonde est constituée d'un corps cylindrique et comprend:

- Une manchette dilatable en caoutchouc armé équipée de trois paires d'embouts métalliques espacés de 120°
- Un système de retenue de la membrane à double bague et à cône
- Trois paires de capteurs de déplacement diamétral avec deux points de mesure chacun
- Un capteur de déplacement de référence pour la compensation de température
- Un capteur de pression permettant de mesurer la pression dans la sonde
- Un tube à sédiment



Sonde DMP

A	Boulon à œil pour la connexion
B	Tube à sédiment
C	Module intégrant un capteur de déplacement de référence, un capteur de pression et un circuit électronique
D	Ensemble d'anneaux pour maintenir la manchette en place
E	Manchette dilatable
F	Emplacement des capteurs de déplacement
G	Bouchon de pieds

La sonde dilatométrique a une longueur totale de 1.8 m. La partie expansible de la manchette mesure 1 m de long. La sonde est connectée à un enregistreur de données permettant la lecture de tous les capteurs situés dans la sonde. Les lectures brutes sont automatiquement converties en unités d'ingénierie par l'affichage en utilisant les facteurs de conversion déterminés lors de l'étalonnage en usine.

2 INSTRUCTIONS D'UTILISATION

2.1 ASSEMBLAGE

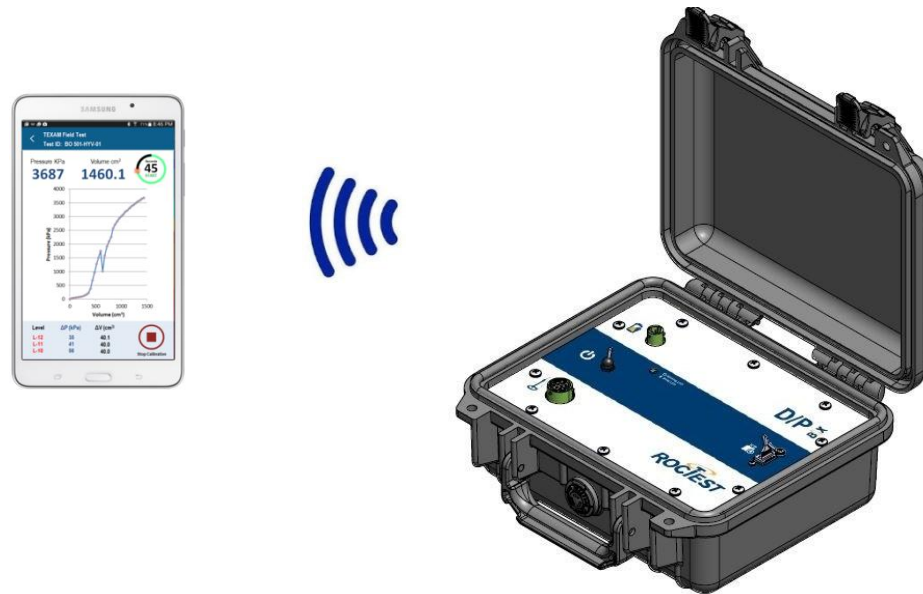
L'équipement est assemblé comme suit:

- Connectez le câble électrique entre la sonde et le DP Box. Allumez le DP Box et assurez-vous que les capteurs de la sonde sont correctement lus.
- Raccorder la tubulure pneumatique entre la sonde et les vannes. Installez le régulateur de pression sur un réservoir rempli d'azote, et connectez les vannes à celui-ci. Assurez-vous que la pression du gaz dans le réservoir est suffisante pour atteindre la pression d'essai maximale prévue pendant l'étalonnage et le test. Si possible, fixez le kit de vannes à une table ou à un morceau de bois à l'aide de pinces en C. Cela rendra la manipulation de ces vannes plus facile.
- Si la manchette doit être remplacée, veuillez-vous référer à la procédure indiquée en annexe.

L'équipement est maintenant prêt à l'emploi.

2.2 UTILISATION DU DP BOX

2.2.1 DESCRIPTION

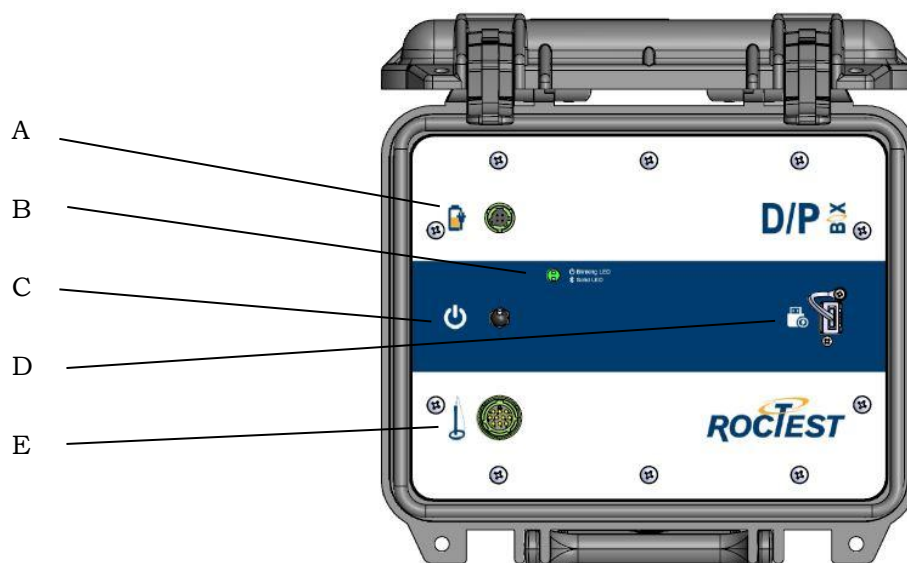


Communication Bluetooth entre le DP BOX et la tablette

Le DP BOX est conçu pour la lecture et l'enregistrement des mesures obtenues à partir de pressiomètres et dilatomètres fabriqués par Roctest (y compris les modèles DMP, TEXAM et PROBEX). Grâce à la fonction de communication Bluetooth et à l'application DP Box READER, le DP Box peut être utilisé avec une tablette pour lire les capteurs, pour configurer une calibration ou une session de test, pour visualiser les résultats des tests en temps réel et pour examiner tous les résultats de tests enregistrés. Ces données de test peuvent facilement être téléchargées sur un ordinateur via la communication USB. Le DP Box est livré dans un boîtier étanche à l'eau et est équipé de deux batteries rechargeables 12 V fournissant plus de 8 heures d'autonomie dans des conditions normales. Le DP Box est également livré avec une prise murale universelle AC avec adaptateur Euro / US + câble adaptateur pour voiture (plus léger) et pour batterie externe. La batterie doit être chargée chaque nuit. Un circuit de charge à l'intérieur de la lecture limite le temps de charge à un certain niveau.

Le panneau avant est résistant aux éclaboussures permettant l'utilisation de l'équipement dans des conditions humides. Cependant ne laissez pas le poste avec le couvercle soulevé sous la pluie sur une longue période de temps; sinon l'eau pourrait y pénétrer.

Le DP Box est compatible avec le modèle de tablette Android.



Panneau avant DP BOX

CONSULTER LE MANUEL D'INSTRUCTIONS SPÉCIFIQUE À VOTRE DP BOX POUR PLUS DE DÉTAILS

A	Connecteur Cannon pour charger les batteries
B	Voyant LED indiquant l'état de la communication. La LED Bluetooth clignote lentement lorsque la radio Bluetooth attend une connexion, puis clignote plus rapidement lorsque la connexion est établie.
C	Commutateur pour allumer / éteindre l'unité
D	Port USB
E	Connecteur à 10 broches pour connecter le dilatomètre / pressiomètre

2.2.2 INSTALLATION DE L'APPLICATION DP BOX READER

Avant d'utiliser la DP Box, l'application DP Box READER doit d'abord être installée sur une tablette. Ces applications peuvent être téléchargées à partir du site Web de Telemac.

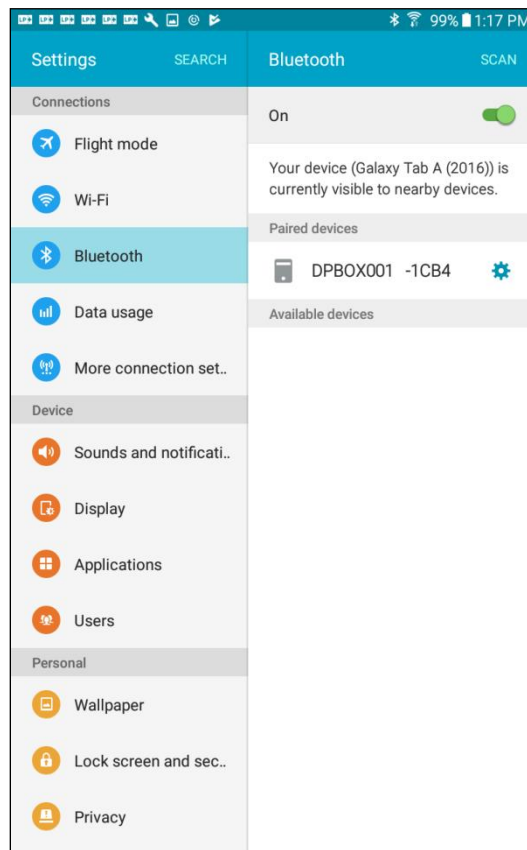
2.2.3 RACCORDEMENT ET MISE EN MARCHÉ DU DP BOX

Connectez le câble électrique du DMP au DP Box.

Allumez le DP Box. Le voyant situé sur le panneau avant clignote. Allumez la tablette. Allez dans la configuration de la tablette et assurez-vous que le DP Box est disponible et apparié avec la tablette. Si la tablette a déjà été associée à une autre DP Box, vous devez d'abord effacer les fichiers générés automatiquement dans 'Device Storage / DP BOX Files / ConfigFile'. Ensuite, vous devriez pouvoir jumeler la tablette avec un autre DP Box.

Configurez la tablette comme suit:

- Réglez l'affichage en mode extérieur si nécessaire. Mais notez que cela réduira l'autonomie de la tablette.
- Ajustez le délai de mise en veille de l'écran (généralement 5 min)
- Assurez-vous que la tablette est ajustée pour les nombres délimités par des points et non par des virgules
- Assurez-vous que la tension de la batterie de la tablette est suffisamment élevée pour être utilisée.



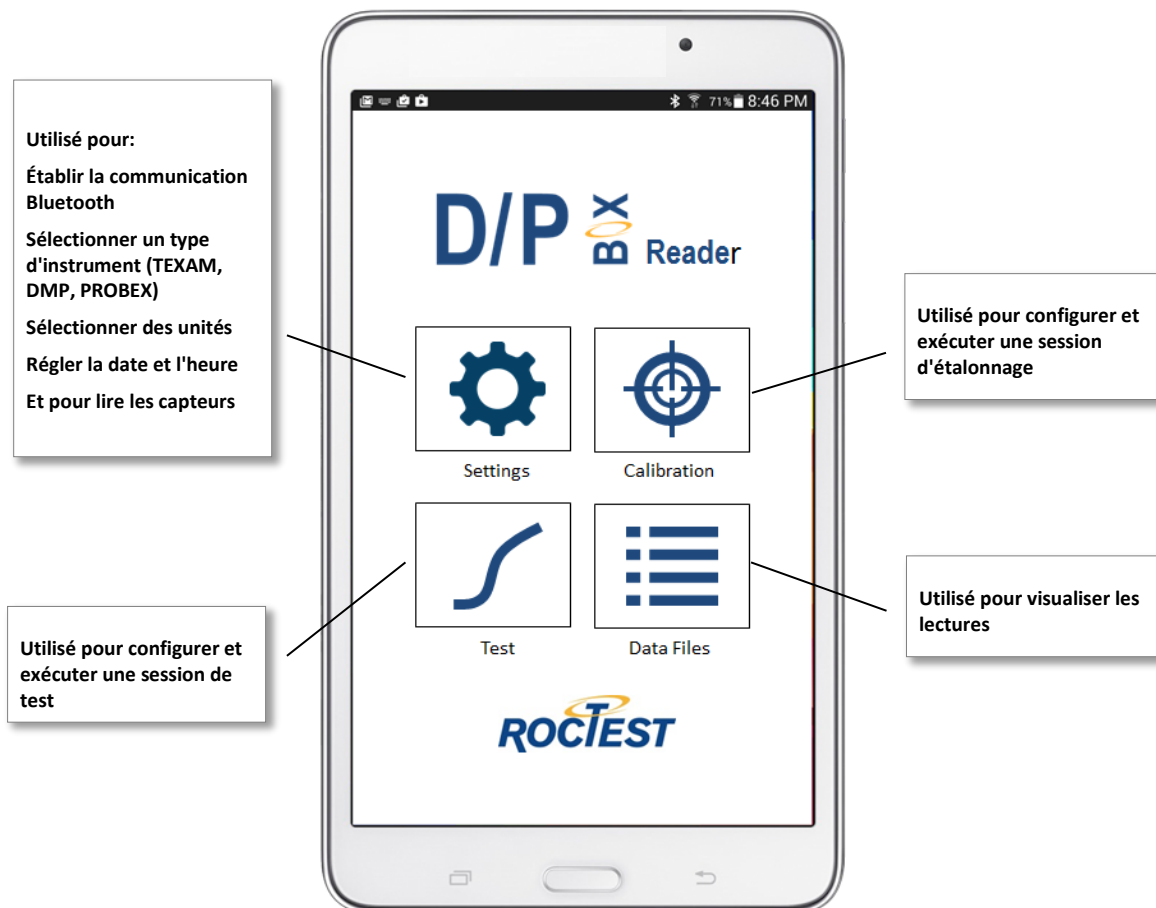
Ouvrez l'Appli DP Box et allez dans *"Settings / Quick Readings"* pour établir la communication Bluetooth entre le DP Box et la tablette, ce qui sera confirmé lorsque le voyant de la boîte DP clignotera plus rapidement (voir ci-dessous pour plus d'informations).

2.2.4 UTILISATION DE L'APPLICATION DP BOX READER

L'application DP Box READER permet de configurer l'unité, et de lire, enregistrer et consulter les données.

2.2.4.1 MENU PRINCIPAL

Le menu principal de l'application comprend les éléments suivants:

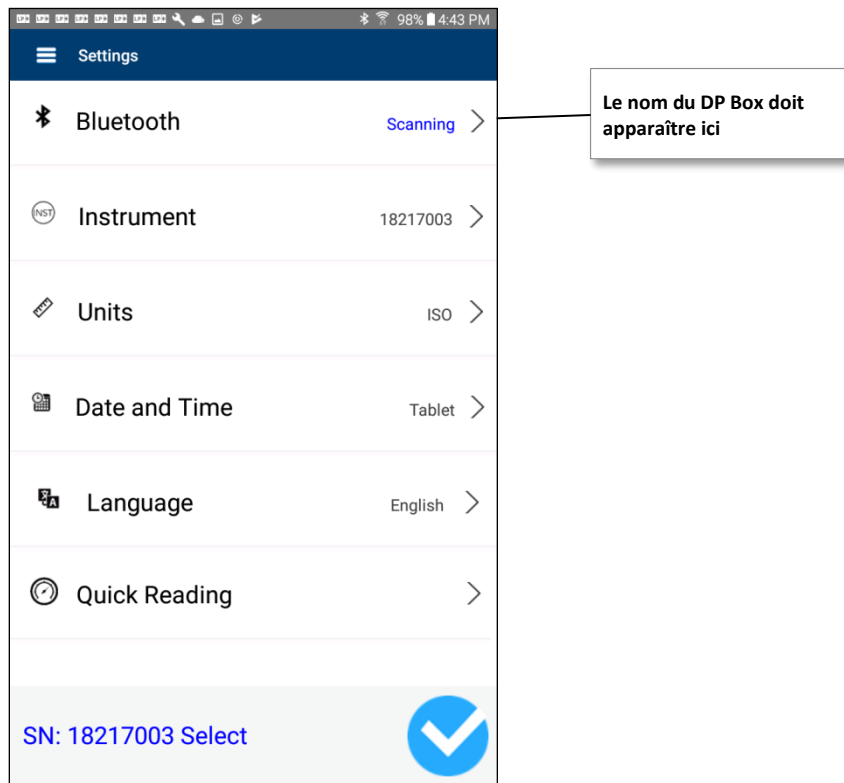


Menu Principal

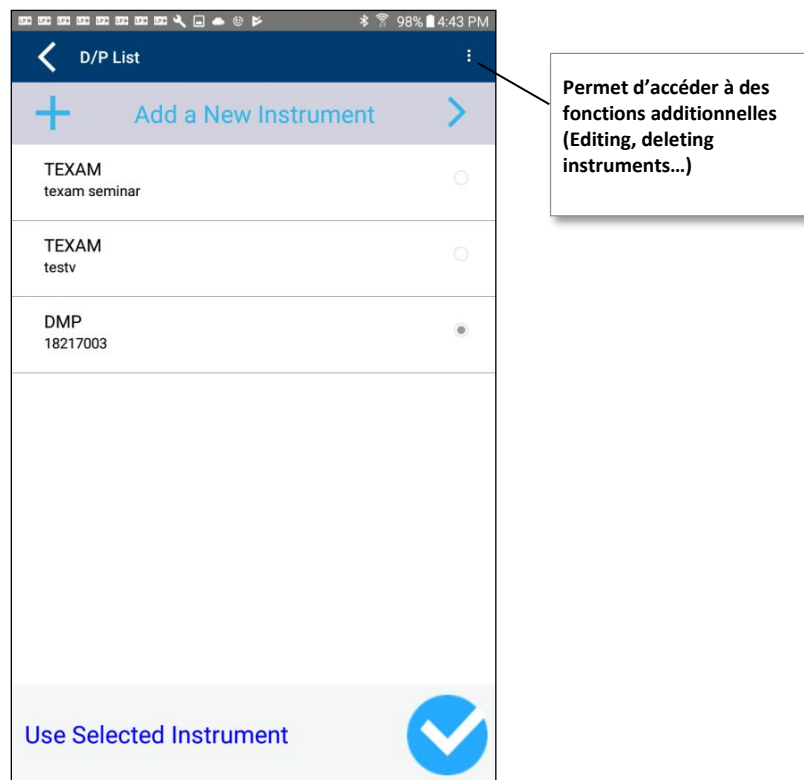
ATTENTION : Après chaque utilisation, ne pas oublier d'éteindre le DP BOX et de le mettre sous charge sous risque d'endommager poste.

2.2.4.2 UTILISATION DE L'APPLICATION DP BOX READER AVEC LE DMP

D'abord, allez dans "Settings". L'application recherche automatiquement la communication Bluetooth avec le DP BOX, ce qui prend quelques secondes. Le nom du DP Box remplacera alors l'inscription 'Scanning'.



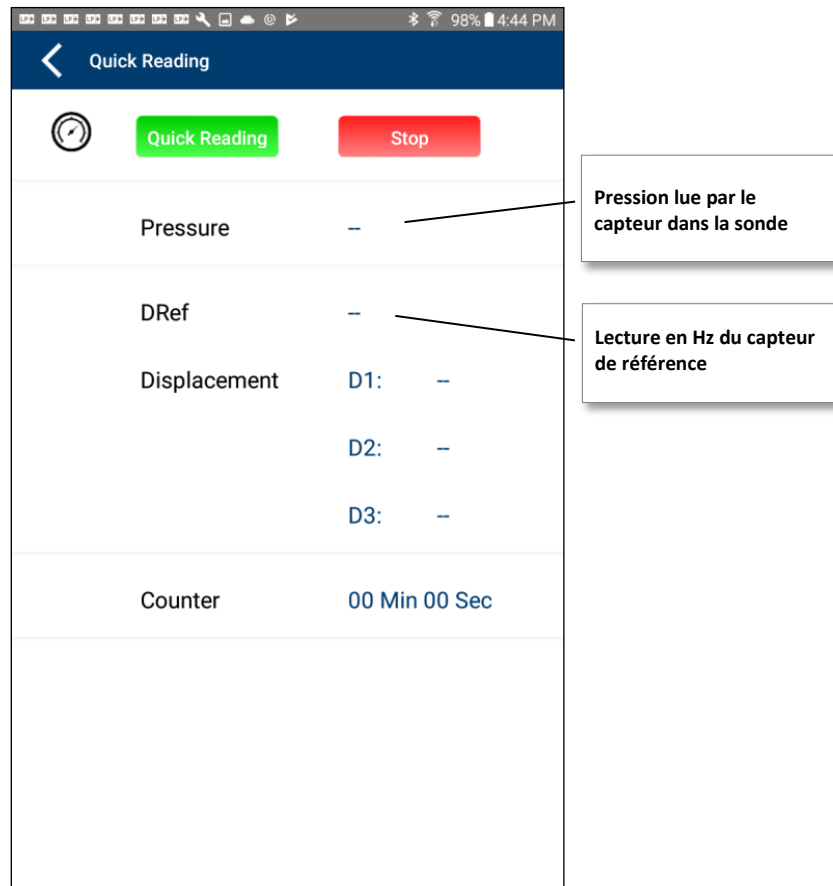
Allez dans 'Instrument/Add a New Instrument', Choisir le Type d'Équipement (DMP) et entrez le numéro de série de la sonde (ex. 18217003).



S'assurer que les facteurs de conversion appropriés ont été entrés dans le poste. Se référer au certificat d'étalonnage. Pour ce faire, allez dans '*Calibration / Review Factory Calibration*'. Pour modifier les facteurs, sélectionner '*Change factory calibration*', faire les changements désirés puis sélectionner '*Save new factory calibration*' au bas de l'écran.

Sélectionnez les unités (typiquement '*ISO*'), puis ajuster la date et l'heure.

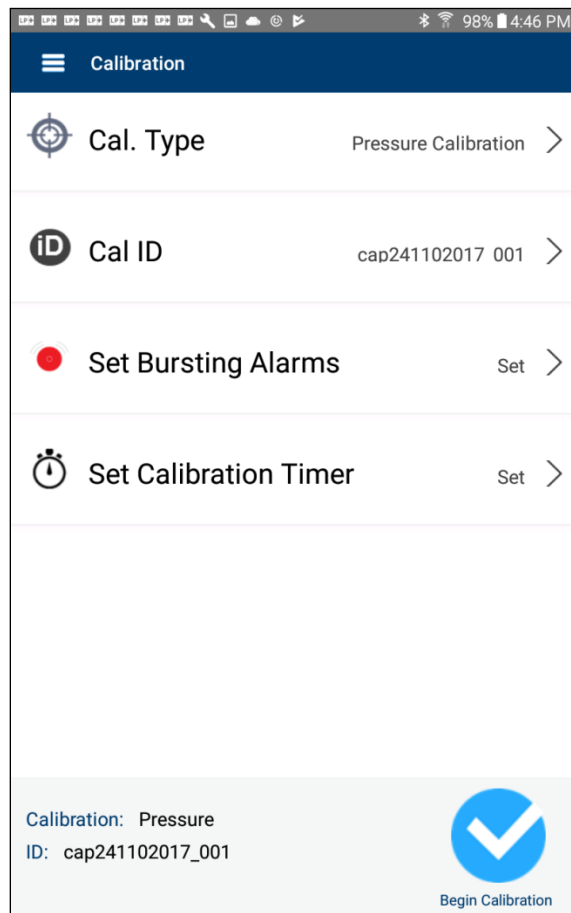
Allez dans '*Quick Readings*' et appuyer sur l'icône vert '*Quick Reading*'.



Deux types d'étalonnages ('Calibrations') peuvent être effectués, l'un avec la sonde non confinée ('*Pressure Calibration*') et l'autre avec la sonde confinée ('*Displacement Calibration*'). Voir la section suivante pour plus de détails.

Pour configurer un étalonnage, allez dans '*Calibration*', sélectionnez le type, donnez un nom (ou ID) d'étalonnage, ajuster les alarmes de risque d'éclatement ('*Bursting Alarms*'), et réglez la minuterie d'étalonnage. Pour configurer un essai, allez à '*Test*' et procédez de la même manière.

NOTE : Ne jamais inclure de caractères spéciaux dans le nom (ou ID).



Configurations typiques:

	ID ¹	Alarme (mm) ²	Minuterie (sec)
'Pressure loss calibration'	'CAP+Date'	Niveau 1: 15 Niveau 2: 20	Contact: 10 Régulier: 10
'Displacement calibration'	'CAD+Date'	Niveau 1: 14 Niveau 2: 18	Contact: 10 Régulier: 30
Test	'TE+Date'	Niveau 1: 14 Niveau 2: 18	Contact: 10 Régulier: 30

¹ L'Application incrémente automatiquement le ID choisi à chaque étalonnage/test additionnel

² L'Application stoppe la lecture si le niveau 2 est atteint

Une fois la configuration terminée, sélectionnez: 'Begin Calibration / Test' pour commencer.

Une fois l'étalonnage ou le test démarré, une fenêtre semblable à celle ci-dessous sera affichée.

Après avoir sauvegardé les lectures initiales, l'opérateur doit appuyer sur 'Start' pour lancer la minuterie. Lorsque vous êtes prêt à augmenter la pression jusqu'à la pression suivante, appuyez sur 'Stop', augmentez la pression et appuyez sur 'Start'. Après avoir atteint la pression de contact, appuyez sur 'Contact'. Cela fera passer la minuterie du mode 'Contact' au mode 'Calibration ou test'.

FieldTest DMP
Test Id: te30102017_001

Disp. Avg. Pressure
Actual: **00.000** **0000.0**
Initial: **00.000** **0000.0**

Seconds: **15**
START

Contact

Affiche les déplacements et la pression en début de chaque palier, ce qui correspond aux lectures affichées au moment d'appuyer sur :

Pression de contact réglable par l'opérateur, automatiquement sélectionnée quand Contact est activé

L	P (mA)	Displacement (Hz)				Timer	T*
	Raw	D1	D2	D3	Avg	H:M:S	C*

Pour démarrer / arrêter la minuterie. Les lectures sont automatiquement enregistrées lorsque que la minuterie est activée et lorsqu'elle atteint zéro

Pour changer le mode de minuterie de 'Contact' à 'Calibration/test'

Température dans la DP Box

Les mesures enregistrées sont affichées ici.

Balayez du doigt ici pour changer la vue (données ou graphique)

D1 (Hz) D2 (Hz) D3 (Hz)
Actual: 0.000 0.000 0.000
Initial: 0.000 0.000 0.000

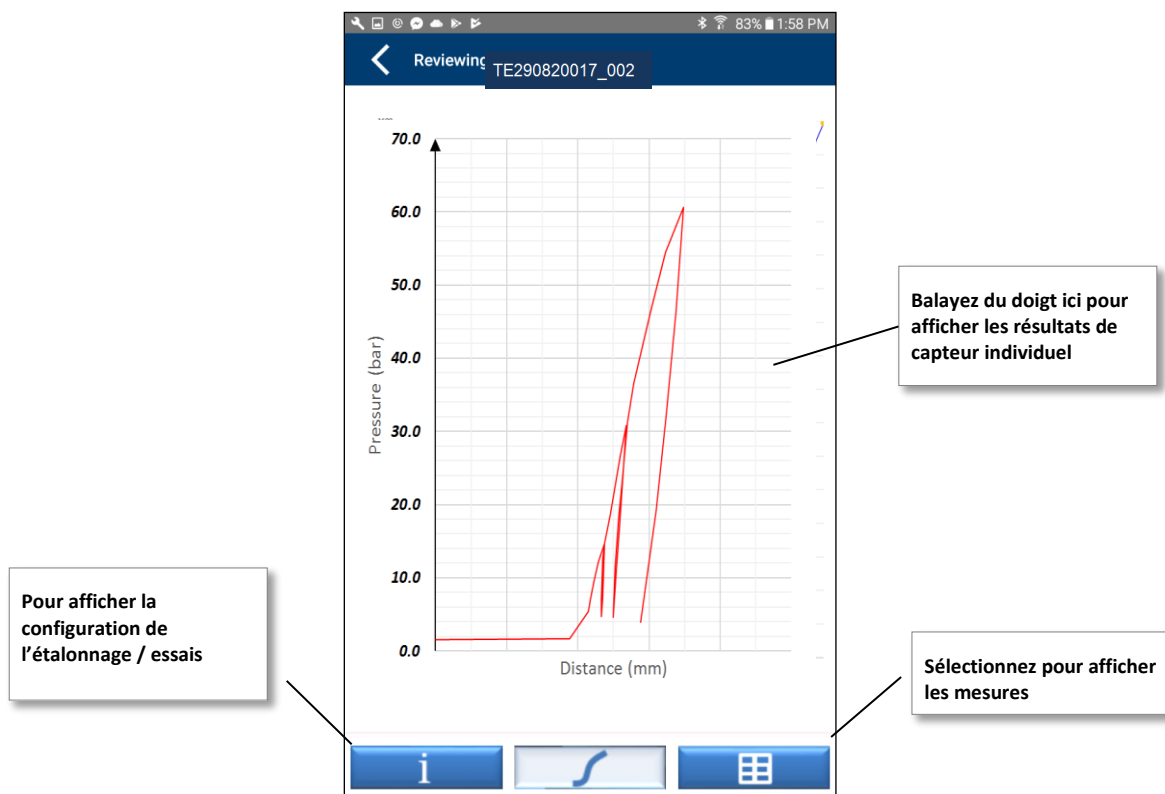
Time: 00:00:00 Contact: 0.00 (Hz)

Stop Field Test

Pour stopper l'étalonnage / test

Lorsque l'essai ou l'étalonnage est complété, appuyez sur :

Pour consulter les résultats, allez dans 'Data Files', sélectionnez 'Calibration' ou 'Field Test'. Ensuite, sélectionnez le fichier spécifique que vous voulez voir.



2.3 PROCÉDURES D'ESSAIS

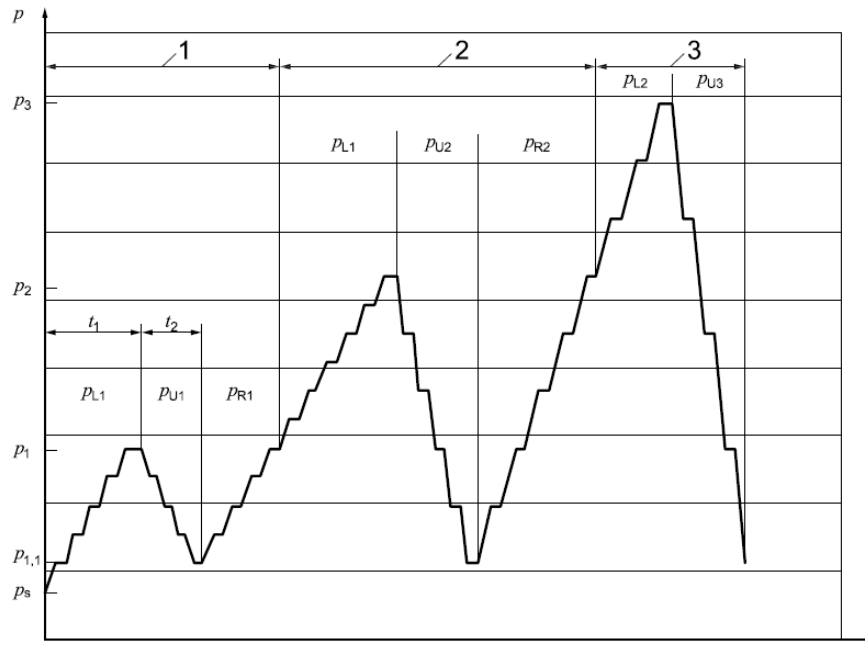
Quelques directives générales de procédure de test sont données ci-dessous, mais pour des détails spécifiques, veuillez-vous référer aux procédures décrites dans la norme ISO 22476-5 : 2012.

Le DMP doit être périodiquement vérifié et étalonné pour montrer qu'il fournit des mesures fiables et précises. Un étalonnage effectué avec la sonde non confinée montrera une résistance de manchette typiquement entre 200 et 300 kPa à 15 mm de dilatation diamétrale. Un étalonnage de mesure de compression de la manchette consiste à pressuriser la sonde dans un tube d'acier rigide (6 mm min d'épaisseur) et à s'assurer que les déplacements sont négligeables, c'est-à-dire similaires à la dilatation prévue du tube d'acier. Un tube de 96 mm (dia. int.) est suggéré avec le DMP 90 et un tube de 101 mm (dia. int.) pour le DMP 95 (voir annexe).

Les tests sont effectués dans un forage de 96 ou 101 mm de diamètre selon le modèle utilisé. La sonde est descendue dans le forage à la profondeur désirée, normalement en utilisant une série de tiges. Prendre les précautions nécessaires avant d'éviter que la sonde ne se coince dans le forage. Allumez le poste et attendez une quinzaine de minutes avant de débiter l'essai, le temps de laisser les capteurs se stabiliser en température. Le test commence par gonfler la sonde par petits pas de pression (environ 20, 50, 150, 200 et 500 kPa) afin de déterminer la pression de contact, c'est-à-dire la pression à laquelle la manchette entre en contact avec les parois du forage. Cela permettra de déterminer le diamètre exact du forage.

Le chargement du massif rocheux peut ensuite être effectué en suivant l'une des procédures décrites dans la norme ISO 22476-5 : 2012. La pression est augmentée et diminuée par paliers. A chaque palier, la pression est maintenue pendant 1-3 minutes

durant lesquelles les mesures diamétrales seront mesurées. Typiquement, trois cycles de chargement-déchargement progressifs seront effectués. Un test complet dure généralement environ 4 heures.



Légende des indices

L = phase de chargement
U = phase de déchargement
R = phase de rechargement
1,2,3 = numéro du cycle
n = numéro du palier

Légende des exemples

p_{Li} = plage de pression appliquée pendant la phase de chargement N° i
 p_{Ui} = plage de pression appliquée pendant la phase de déchargement N° i
 p_{Ri} = plage de pression appliquée pendant la phase de chargement ou de rechargement N° i
 p_i = pression au début du déchargement au cycle N° i
 p_s = pression d'ajustement

Exemple de cycles de chargement (mode opératoire A de ISO 22476-5 : 2012)

Attention ! Voir à minimiser les risques d'éclatement de la membrane. Nous recommandons en général (lorsque le contact de la manchette avec le forage survient en deçà de 6 mm) de ne pas dépasser :

- 8 mm à 150 bars
- 10 mm à 100 bars
- 15 mm à 50 bars
- 20 mm dans tous les cas

À noter que la manchette peut éclater à des valeurs inférieures à celles indiquées ci-haut selon le montage et le niveau d'usure de la manchette, et selon l'uniformité des parois du forage.

En général, demeurez prudent lorsque des manipulations de la DMP à haute pression. Notamment, le port de lunettes est recommandé.

2.4 CALCUL DU MODULE

La pression relative à la déformation diamétrale doit être tracée pour chaque capteur, mais plus important encore pour la moyenne de ces trois capteurs.

Ensuite, les modules de cisaillement (G) ou de dilatomètre flexible (E) seront calculés sur diverses sections des cycles de chargement-déchargement en utilisant les formules suivantes.

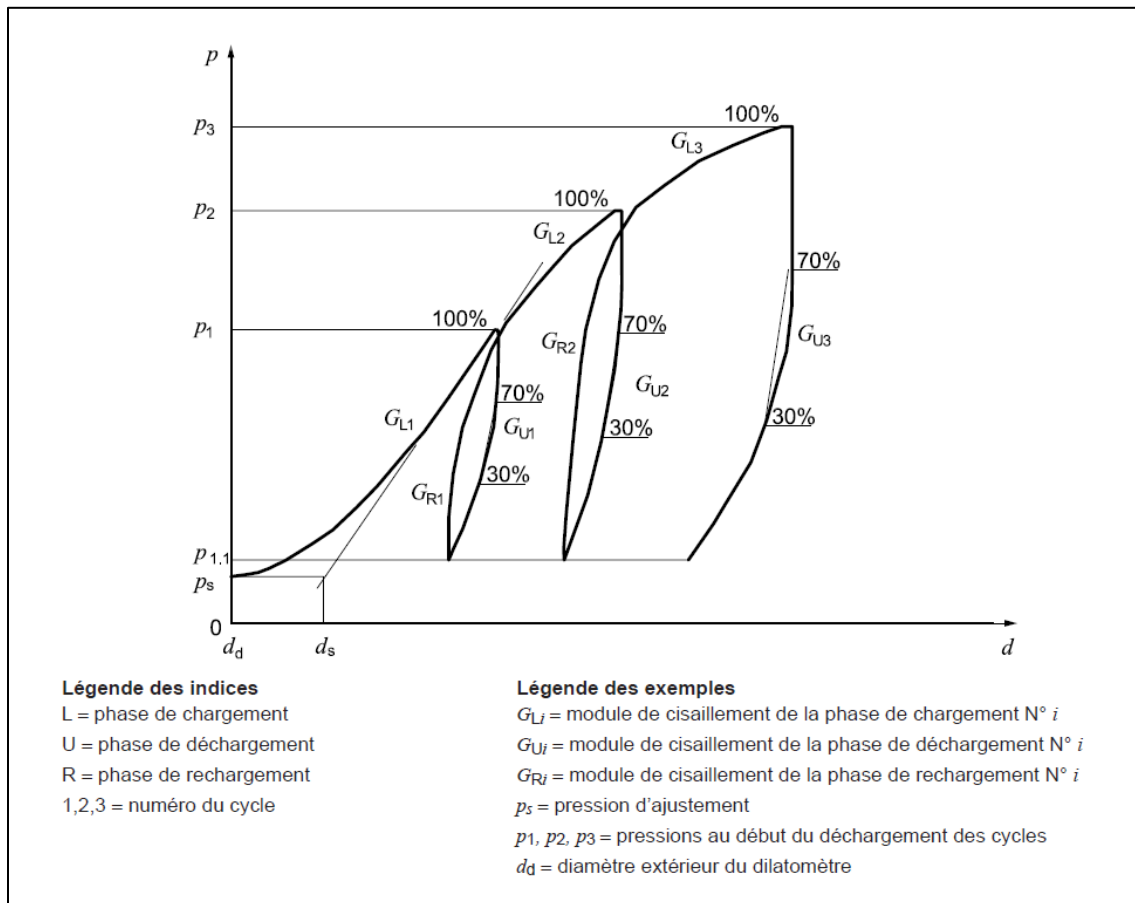
$$G = 0.5 \varnothing P / d$$

$$E = (1 + \nu) \varnothing P / d$$

avec :

- ν : coefficient de Poisson de la roche (souvent pris égal à 0.25 ou 0.30)
- $\varnothing$: diamètre initial du forage (mm)
- P : pression (MPa)
- d : déformation diamétrale (mm)

Voir la norme ISO 22476-5 pour plus de détails



Courbe Pression – Déformation Typique
(Extrait de la norme ISO 22476-5 : 2012)

3 ANNEXES

3.1 CERTIFICAT D'ÉTALONNAGE TYPIQUE



www.telemac.com • www.roctest.com



Certificat d'Étalonnage

RTT-18/004

Client : **Telemac**

Type : **DMP 95**

Numéro Sonde : **18201800004**

Déplacement (mm)	Lecture Poste			Déplacement Relatif			Erreur Absolue			Linéarité *		
	Capt. 1 (mm)	Capt. 2 (mm)	Capt. 3 (mm)	Capt. 1 (mm)	Capt. 2 (mm)	Capt. 3 (mm)	Capt. 1 (mm)	Capt. 2 (mm)	Capt. 3 (mm)	Capt. 1 (mm)	Capt. 2 (mm)	Capt. 3 (mm)
0	0,058	0,072	0,083									
1	1,021	1,145	1,022	0,963	1,073	0,939	-0,037	0,073	-0,061	-0,185%	0,365%	-0,306%
2	2,007	2,142	1,992	0,986	0,997	0,970	-0,014	-0,003	-0,030	-0,070%	-0,015%	-0,151%
3	2,987	3,109	2,961	0,980	0,967	0,969	-0,020	-0,033	-0,031	-0,100%	-0,165%	-0,156%
4	3,989	4,083	3,952	1,002	0,974	0,991	0,002	-0,026	-0,009	0,010%	-0,130%	-0,045%
5	5,006	5,073	4,983	1,017	0,990	1,031	0,017	-0,010	0,031	0,035%	-0,050%	0,156%
6	6,025	6,089	6,017	1,019	1,016	1,034	0,019	0,016	0,034	0,095%	0,080%	0,171%
7	7,038	7,096	7,037	1,013	1,007	1,020	0,013	0,007	0,020	0,045%	0,035%	0,100%
8	8,051	8,101	8,058	1,013	1,005	1,021	0,013	0,005	0,021	0,045%	0,025%	0,105%
9	9,049	9,107	9,050	0,998	1,006	0,992	-0,002	0,006	-0,008	-0,010%	0,030%	-0,040%
10	10,039	10,103	10,032	0,990	0,996	0,982	-0,010	-0,004	-0,018	-0,050%	-0,020%	-0,090%
11	11,021	11,097	11,007	0,982	0,994	0,975	-0,018	-0,006	-0,025	-0,090%	-0,030%	-0,126%
12	12,010	12,088	11,980	0,989	0,991	0,973	-0,011	-0,009	-0,027	-0,055%	-0,045%	-0,136%
13	12,993	13,078	12,965	0,983	0,990	0,985	-0,017	-0,010	-0,015	-0,085%	-0,050%	-0,075%
14	14,002	14,074	13,957	1,009	0,996	0,992	0,009	-0,004	-0,008	0,045%	-0,020%	-0,040%
15	15,013	15,074	14,965	1,011	1,000	1,008	0,011	0,000	0,008	0,055%	0,000%	0,040%
16	16,023	16,082	15,993	1,010	1,008	1,028	0,010	0,008	0,028	0,050%	0,040%	0,141%
17	17,041	17,092	17,020	1,018	1,010	1,027	0,018	0,010	0,027	0,090%	0,050%	0,136%
18	18,056	18,106	18,043	1,015	1,014	1,023	0,015	0,014	0,023	0,075%	0,070%	0,116%
19	19,036	19,110	19,042	0,980	1,004	0,989	-0,020	0,004	-0,001	-0,100%	0,020%	-0,005%
20	20,034	20,097	19,992	0,998	0,987	0,950	-0,002	-0,013	-0,050	-0,010%	-0,065%	-0,251%

Facteurs de Conversion

-5,07437090E-17 (K4)
 1,53291718E-11 (K3)
 -1,73417304E-06 (K2)
 8,79857266E-02 (K1)
 -1,68851350E+03 (K0)

a
b
c
d
e

Capt. 1 (S1)
(Hz/mm)

-1,28285837E-17 (K4)
 4,71004532E-12 (K3)
 -6,21140097E-07 (K2)
 3,62647657E-02 (K1)
 -7,90548858E+02 (K0)

a
b
c
d
e

Capt. 2 (S2)
(Hz/mm)

-1,18370051E-16 (K4)
 3,44871378E-11 (K3)
 -3,76654818E-06 (K2)
 1,83707885E-01 (K1)
 -3,37780933E+03 (K0)

a
b
c
d
e

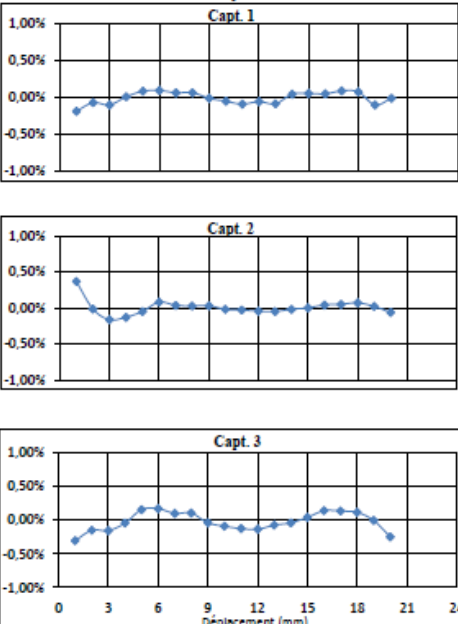
Capt. 3 (S3)
(Hz/mm)

1293,8 (K1)
 -5169,9 (K0)

a
b
c
d
e

Capteur de Pression
(kPa/mA)

Linéarité / Déplacement

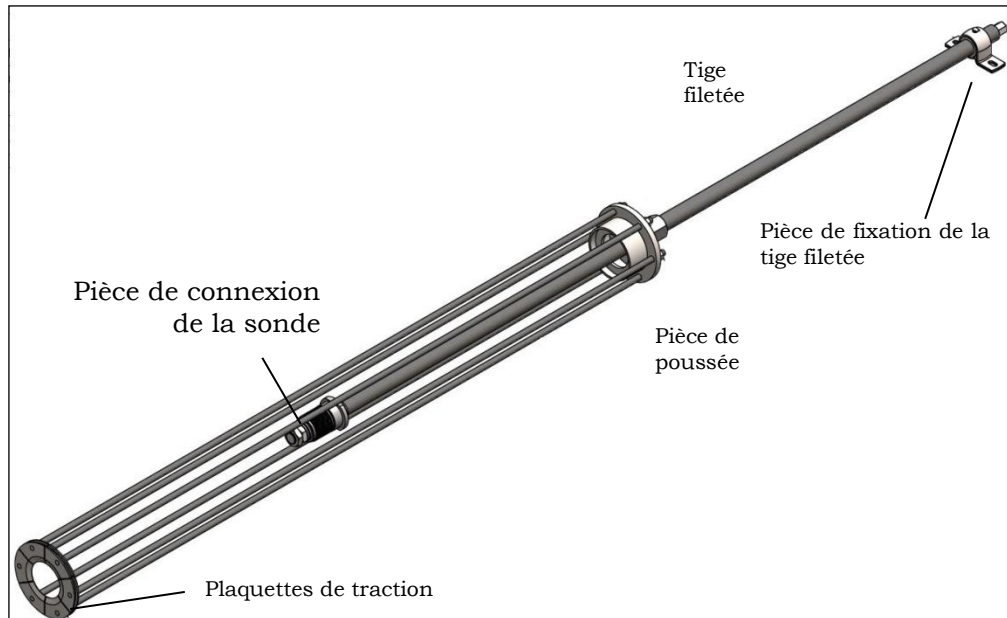


No de Tracabilité: TR-12-19
 Fichier: 18201800004.xlsx
 Étalonné par : Jean-François Demers

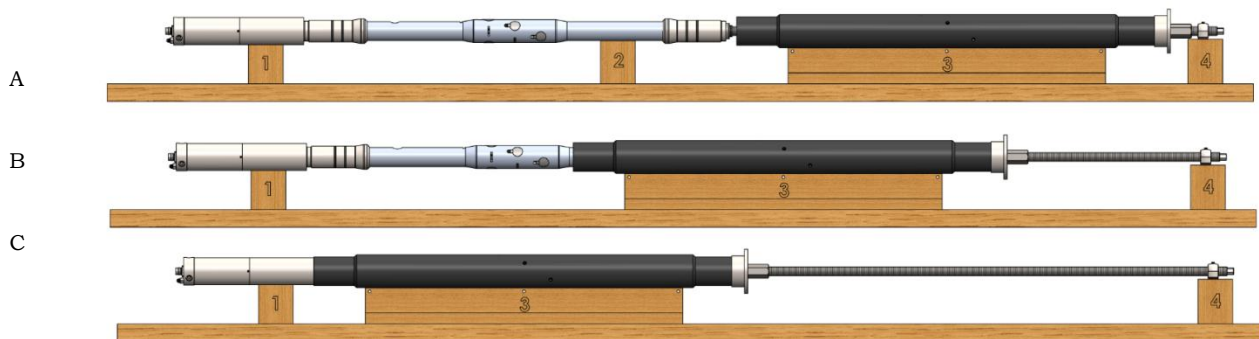
Press. Atmosphérique: 101.3 kPa / Temp: 22 °C
 Date Étalonnage : 2018-09-07

3.2 ASSEMBLAGE DE LA MANCHETTE

Le DMP est normalement livré avec un outil d'installation de manchette, voir image ci-dessous.

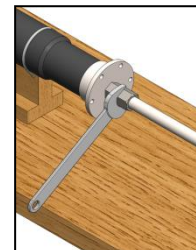


Outil d'installation de manchette (assemblé)



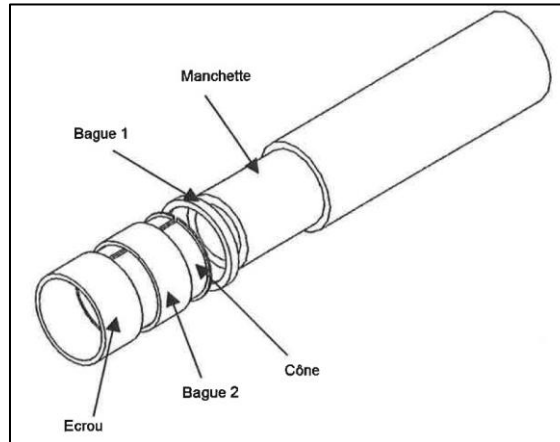
A) Posez le corps de la sonde et la manchette sur des blocs comme indiqué ci-dessus. La hauteur suggérée (mm) de ces blocs devrait être approximativement: 125.5 (bloc 1), 124 (bloc 2), 105 (bloc 3) et 129 (bloc 4). Visser la 'pièce de fixation de la tige' sur un bloc et insérer la «tige filetée» à travers la manchette et la 'pièce de poussée'. Assurez-vous que le bouchon de pieds est retiré de la sonde et vissez-y la «pièce de connexion de la sonde».

B) À l'aide d'un marqueur, faites un point sur chacun des capteurs du corps de la sonde. À l'aide d'une clé, bloquez l'écrou à côté de la pièce de poussée. À l'aide d'une autre clé ou d'une perceuse à main munie de la douille appropriée, faites tourner la tige filetée dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Cela va pousser



la «pièce de poussée» et la manchette vers l'avant. Insérez légèrement la manchette sur le corps de la sonde en vous assurant que les capteurs de la sonde et les trous de la manchette sont bien alignés

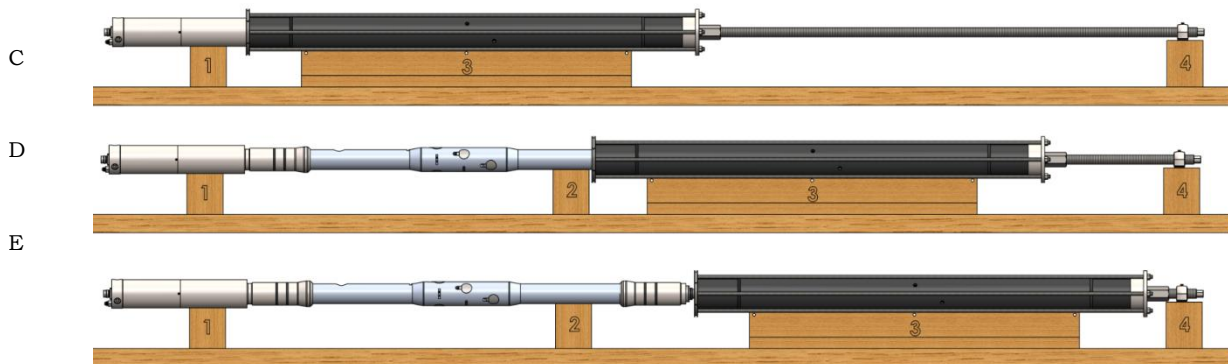
- C) Faites lentement avancer la manchette. **AVERTISSEMENT: RÉDUIRE LA VITESSE DE ROTATION DE LA TIGE EN UTILISANT UNE CLÉ MANUELLE LORSQUE LES TROUS SUR LA MANCHETTE SE TROUVENT À PROXIMITÉ DES CAPTEURS DE LA SONDE. ARRÊTEZ SI VOUS SENTEZ UNE RÉSISTANCE IMPORTANTE.** Continuez à avancer la manchette jusqu'à ce qu'elle couvre entièrement le corps de la sonde. Assurez-vous que les trous sur la manchette sont bien alignés avec les points sur les capteurs
- D) Retirer l'outil d'installation



- E) Placez la bague 1 sur la manchette au bas de la sonde du dilatomètre. La partie ronde de la bague 1 doit faire face au centre de la manchette. En raison des tolérances de fabrication, le diamètre de la manchette est souvent trop grand ou trop petit. Il sera alors nécessaire d'augmenter ce diamètre en ajoutant une couche ou deux de ruban électrique, ou de réduire le diamètre en utilisant du papier de verre ou une petite meule.
- F) Placez le cône de serrage sur la manchette comme indiqué ci-dessus. Pour assurer une bonne étanchéité de la manchette, l'ouverture du cône doit être comprise entre 3 et 4 mm. Si ce n'est pas le cas, rectifier le diamètre de la manchette en ajoutant du ruban électrique ou par sablage de la manchette.
- G) Mettez la bague 2 en place. Cette bague est aussi conique. Assurez-vous que son côté le plus mince fait face à la manchette.
- H) Répéter les opérations E, F et G sur l'autre extrémité de la manchette.
- I) À l'aide d'une clé à sangle, vissez l'écrou de retenue sur le cône de serrage. Cet écrou est également conique. Assurez-vous que son côté le plus mince fait face à la manchette. Procéder simultanément de chaque côté de la manchette.
- J) A la fin de cette opération, l'ouverture du cône de serrage devrait être très petite mais pas entièrement fermée
- K) Prenez les 6 vis et assurez-vous que chaque joint torique est en place et non endommagé. Ensuite, mettez ces vis sur la manchette.
- L) Installez le bouchon de pieds de la sonde.
- M) Remarque: Mettre du lubrifiant sur le filetage de la tige, le cône de serrage, la bague 2 et l'écrou de retenue. Utilisez un lubrifiant non corrosif pour la manchette (par exemple, graisse à base de silicone)

3.3 DÉMONTAGE DE LA MANCHETTE

- A) Enlever le bouchon de pieds, les écrous de retenue, les bagues et les cônes
- B) Enlever les 6 vis de la manchette
- C) Installez l'outil d'installation comme indiqué ci-dessous. Après avoir mis en place la première des six 'plaquettes de traction', installer une petite tige sur côté de la manchette tel qu'indiqué ci-dessous. Répétez pour les six plaquettes de traction. Maintenir les six plaquettes en place en appliquant du ruban électrique sur les petites tiges - voir la photo ci-dessous.
- D) À l'aide d'une perceuse à main munie d'une douille 17 mm, faites tourner la tige filetée dans le sens des aiguilles d'une montre, et commencer à retirer la manchette du corps de la sonde. Procéder lentement en atteignant les protubérances du corps de la sonde. Réajustez la position des plaquettes si nécessaire. De même, en utilisant vos doigts, maintenez et ouvrez lentement chacun des capteurs à ressort lorsque vous les atteignez.
- E) Le démontage est terminé



3.4 LISTE D'ITEMS SUGGÉRÉS

OUTILS / ACCESSOIRES SUGGÉRÉS	COMMENTAIRES
Meules 125 mm avec disques à lamelles fibre 	Pour abraser/ ajuster la membrane et ainsi faciliter l'installation des bagues
1 ruban adhésif électrique large 	A l'inverse il est parfois nécessaire d'ajouter de l'épaisseur sous les bagues pour assurer l'étanchéité, par exemple, en cas d'abrasion trop importante ou irrégulière.
2 clés à griffe 36" 	Pour serrer et desserrer les bagues
Bras de levier 	Parfois, il est nécessaire d'ajouter un bras de levier à la clé à griffe
2 clés à sangle 	Pour ajuster la position de la membrane par rapport aux inserts de visse au niveau des capteur capteur
1 Burin de Macon 	Pour écarter la bague fendue (parfois des tournevis sont également utilisés)
1 gros marteau 	Pour ajuster la position des bagues. Ne pas taper directement sur les bagues. Utiliser une cale en bois ou en plastique.
1 gros cutter acier + lames 	Pour découper les membrane endommagées. Gain de temps pour le retrait
1 jeu de clé plates de 8 à 19	Pour le raccord du câble et flexible

	
1 jeu de clés hexagonales 	Pour visser au niveau des insert membrane / capteur et du tube à sédiment
Graisse silicone 	Graisse adaptée au caoutchouc, facilite l'installation de la membrane
Lubrifiant WD-40 	Pour les parties mécaniques
1 ruban de teflon 	En cas de fuite au niveau des raccords flexibles et visses membrane / capteur
1 clé à chaîne 	Pour visser et dévisser les gosses parties mécaniques comme le tube à sédiment
Visseuse couple > 100Nm, avec embout 6 pans 17 mm 	Pour l'outil de montage/démontage TELEMAT
1 marqueur 	Pour mettre un point de référence sur les capteurs lors du montage de la manchette

PIÈCES DE RECHANGE CONSEILLÉS

4 joints toriques pour corps de sonde :



6 vissees et joints capteur / membrane :



3.5 ÉVALUATION DE LA PRÉCISION DES MESURES

Plusieurs éléments peuvent affecter la valeur du module mesuré. Ceux-ci incluent les caractéristiques du massif rocheux (composition de la roche, niveau de fracturation, hétérogénéité, stress, pendage...), les conditions de mise en place et de chargement de la sonde (remaniement, qualité du forage, contact entre les inserts et la paroi rocheuse...), et le bon fonctionnement de la sonde. Ces éléments doivent être considérés lors de l'analyse de la représentativité des mesures.

En pratique, les performances métrologiques des capteurs sont très supérieures à la précision réelle qui découle de l'utilisation de la manchette en caoutchouc, de la définition géométrique du contact des inserts métalliques avec la paroi du forage, etc.

Tel que mentionné à la section 2.3, le bon fonctionnement de l'équipement doit être contrôlé régulièrement par l'utilisateur en pressurant la sonde dans un tube rigide, et en s'assurant d'obtenir une réponse répétable, linéaire, illustrant essentiellement la déformation du tube.

La déformation du tube d'acier peut être estimée avec des comparateurs de grande précision ou évaluée théoriquement. Ainsi, un tube d'acier de 101 x 114 devrait se déformer que très légèrement (2-4 microns/MPa).

La déformation du tube peut être estimée théoriquement suivant :

$$\epsilon = (1/Et)(\pi((Ro^2 + Ri^2)/(Ro^2 - Ri^2) + \pi))$$

Où :

ϵ est la déformation circonférentielle interne

E le module du matériau du tube

π la pression appliquée

Ro le rayon externe

Ri le rayon interne

Pour fixer les idées, une déformation diamétrale de 100 microns mesurée dans un forage de 100 mm sur une étendue de 10 MPa produira un module dilatométrique de 12.5 GPa (Coefficient de Poisson de 0.25). $E = (1 + 0.25) \times 100 \text{ mm} \times 10 \text{ MPa} / 0.1 \text{ mm}$. Si l'erreur sur cette mesure est de +/- 20% (soit +/- 20 microns), l'erreur relative au module sera +/- 20%.

Il est suggéré de réaliser des cycles de chargement maximisant la déformation diamétrale.