



# MANUEL D'INSTRUCTION

## GeoString

### Inclinomètre en place

© Roctest Limitée, 2019. 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.

---

Tel.: 1.450.465.1113 • 1.877.ROCTEST (Canada, USA) • 33.1.64.06.40.80 (France) • 41.91.610.1800 (Suisse)

[www.roctest.com](http://www.roctest.com)

F1387-190109

**NX** NOVA  
METRIX

# Table des matières

## **Chapitre 1**

Introduction .....3

## **Chapitre 2**

Installation .....5

## **Chapitre 3**

Analyse des données.....9

## **Chapitre 4**

Raccordement à un système d'acquisition.....11

# chapitre | 1

## Introduction

### Introduction

Le système GeoString se compose d'un tube installé verticalement dans un forage et d'une chaîne de capteurs inclinomètre en place de type MEMS. Le tube permet d'accéder aux mesures des capteurs en profondeur et se déplace avec le sol environnant. Le tube est installé dans un forage qui traverse une zone présumée de mouvement dans un sol stable en dessous. Les capteurs GeoString sont installés dans le tube et mesurent l'inclinaison de ce dernier par rapport à la verticale. Lorsque le mouvement du sol se produit, le tube se déplace, changeant ainsi l'inclinaison des capteurs à l'intérieur du tube.

Les mesures d'inclinaison sont ensuite traitées pour fournir des lectures de déplacement en millimètres ou en pouces. Dans la plupart des applications, les capteurs sont connectés à un système d'acquisition de données et le traitement des données est complété par un programme informatique.

### Composantes du système

- Tube
  - o 70mm (2.75 in) ABS Tube inclinométrique, ou
  - o 38mm (1.5 in) Tube PVC Cédule 40
- GeoString Kit de suspension (spécifique au type de tube choisi)
- GeoString Segments (3m ou 10 ft ou longueur personnalisée)
- GeoString Câble de raccordement
- GeoString Bouchon de fond

# Avantages

## Contrôle en temps réel :

Le système GeoString est idéal pour une surveillance en continue et peut fournir des lectures en temps quasi réel.

## Transport et expédition pratiques :

Les systèmes GeoString ont des joints capables de se plier à 90 °, ce qui permet une option d'expédition compacte. Cinq segments, chacun de 3 mètres (10 pieds) de long, peuvent être expédiés dans un carton mesurant approximativement 64 x 64 x 64 cm (26 x 26 x 26 po) et qui pèse moins de 22 kilogrammes (50 livres). Cela permet au système d'être expédié par l'intermédiaire d'un transporteur qui permet des livraisons rapides ainsi que le transport dans la plupart des autos de dimensions standards.



Figure 1: GeoString segment plié pour le transport

## Configurations flexibles :

Les systèmes GeoString peuvent être fournis sous forme de configurations connectorisées ou câblées. La version connectorisée est disponible en segments de 3m (10 ft) pour offrir une flexibilité pour les futures installations. La version câblée (avec longueur personnalisée) est idéale pour la surveillance à long terme des inclinomètres avec des longueurs connues. Le système GeoString peut également être installé avec des nœuds sans capteur en haut du système, ce qui permet au concepteur d'économiser en surveillant uniquement la zone d'intérêt et en ignorant les déplacements des couches supérieures.

## Composantes durables :

Les nœuds, câbles, connecteurs et tiges des capteurs sont exceptionnellement durables, ce qui permet de récupérer les systèmes à la fin du projet et de les redéployer sur d'autres projets.

## Réduction des données :

Le système GeoString génère le déplacement en tant qu'unités d'ingénierie, nécessitant moins de conversion de calcul et une charge plus légère sur votre système d'acquisition de données. Les nœuds sont préconfigurés avec les informations d'étalonnage, ce qui permet d'installer les segments dans n'importe quel ordre.

## Préparation

Vérifiez que toutes les composantes du système ont été reçus et sont prêts pour l'installation.

*Kit de suspension* : Un kit de suspension est utilisé pour chaque chaîne.

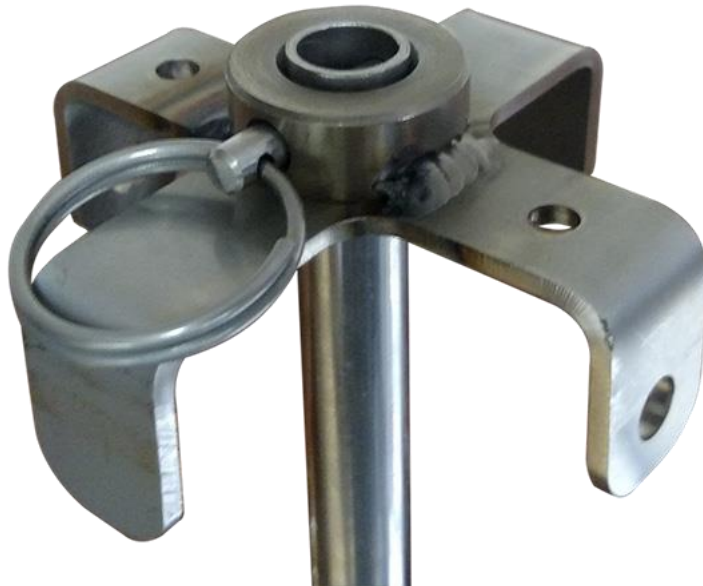


Figure 2: GeoString kit de suspension monté à l'extrémité supérieure du segment

## *GeoString segments ou chaînes*

**Configuration standard :** Chaque segment de GeoString standard est de 3 m ou 10 pieds de longueur et a un connecteur mâle à l'extrémité supérieure et un connecteur femelle à l'extrémité inférieure. Le segment se compose de 5 nœuds et chaque nœud a une longueur de 0,6 m ou 2 pi. L'extrémité supérieure peut également être identifiée par l'absence de joint universel sur la tige. L'extrémité inférieure à un joint universel, comme on peut le voir dans les images ci-dessous.

**Configuration personnalisée :** Les systèmes GeoString peuvent être commandés avec une chaîne de longueur personnalisée pour les projets de surveillance à long terme. Le système personnalisé a un connecteur mâle à l'extrémité supérieure et pas de connecteurs femelles. Veuillez noter que les systèmes de longueur personnalisée ne peuvent pas être reconfigurés une fois qu'ils sont fabriqués et ne sont donc pas éligibles pour être retournés pour un crédit.



Figure 3: GeoString nœud supérieur (connecteur mâle connector sans joint)



Figure 4: GeoString nœud inférieur (connecteur femelle avec joint universel)

**GeoString câble de raccordement :** un câble de raccordement est utilisé pour chaque chaîne. Le câble de raccordement a un connecteur femelle sur une extrémité et les fils intérieurs du câble électrique exposés de l'autre côté pour permettre la connexion à l'acquisiteur de données.

**GeoString bouchon de fond :** un bouchon de fond est utilisé pour chaque chaîne de configuration standard. Le bouchon inférieur à un connecteur mâle à une extrémité et est utilisé pour protéger le dernier nœud de l'infiltration d'eau via le connecteur.

## Installation (Configuration Standard)

Fixez le bouchon de fond au connecteur femelle du premier segment à placer dans le tube (inclinométrique ou PVC).

Insérez l'extrémité inférieure du premier segment dans le tube.

Si le tube inclinométrique est utilisé, vérifiez que les entretoises du centralisateur sont placées dans les rainures orthogonales à la direction du mouvement. La direction de l'axe X est marquée sur le capteur et doit pointer vers la direction du mouvement anticipé.

Si le tube en PVC est utilisé, alignez approximativement le marquage de la direction de l'axe X sur le capteur avec la direction du mouvement anticipé. Des ajustements peuvent être effectués une fois que la chaîne complète a été installée.

Continuer à abaisser le segment dans le tube jusqu'à ce que quatre nœuds aient été insérés. Pliez le cinquième nœud sur le bord supérieur du boîtier. Pour des installations plus profondes, une pince peut être fixée au nœud supérieur pour la protéger de la chute accidentelle dans le tube.

Tout en abaissant progressivement les nœuds dans le tube, le câble électrique doit être placé dans l'encoche du centralisateur pour éviter qu'il ne se coince entre le segment et le tube.

Branchez le câble électrique du segment installé au câble électrique du segment suivant à installer. Notez qu'il n'y a pas d'importance dans quel ordre les segments sont installés, car l'enregistreur de données interroge les capteurs et les numérote à au démarrage.

Enlevez la goupille du joint universel du segment installé et insérez la tige de jauge du nœud supérieur, l'épinglant en place de nouveau avec la goupille. Vérifiez que l'alignement des capteurs est le même pour les deux segments.

Abaissez les nœuds dans le tube, en répétant les étapes ci-dessus jusqu'à ce que tous les segments sauf un ont été installés dans le tube.

Fixez le kit de suspension sur le dessus du dernier segment.

Connectez le dernier segment aux segments installés, comme indiqué ci-dessus.

Abaissez le dernier segment dans le tube, en alignant le kit de suspension de façon à ce qu'il soit fermement installé sur le dessus du tube. Le connecteur mâle doit s'étendre hors du tube.

Fixez le câble de raccordement au connecteur mâle et à l'enregistreur de données tel que décrit dans la section 4.

## Installation (Configuration personnalisée)

Fixez le kit de suspension en haut de la chaîne.

Insérez l'extrémité inférieure de la chaîne dans le tube.

Si le tube inclinométrique est utilisé, vérifiez que les entretoises du centralisateur sont placées dans les rainures orthogonales à la direction du mouvement. La direction de l'axe X est marquée sur le capteur et doit pointer vers la direction du mouvement anticipé.

Si le tube en PVC est utilisé, alignez approximativement le marquage de la direction de l'axe X sur le capteur avec la direction du mouvement anticipé. Des ajustements peuvent être effectués une fois que la chaîne complète a été installée.

Continuer à abaisser la chaîne dans le tube. Tout en abaissant les nœuds, le câble électrique doit être placé dans l'encoche du centralisateur pour éviter qu'il ne se coince entre le segment et le tube.

Abaissez le dernier segment dans le tube, en alignant le kit de suspension de façon à ce qu'il soit fermement installé sur le dessus du tube. Le connecteur mâle doit s'étendre hors du tube.

Fixez le câble de raccordement au connecteur mâle et à l'enregistreur de données tel que décrit dans la section 4.



### Format des données

1. L'enregistreur de données de Campbell émet un fichier \*.dat. Ce fichier contient les lectures dans un format séparé par des virgules, qui peut être importé dans un programme de tableur, tel que Microsoft Excel™.
2. Une fois importé, les données apparaîtront comme ci-dessous :

#	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
	TIMESTAMP	RECORD	Batt_volt	PTemp	X_1()	Y_1()	Volt(1)	Temp(1)	X_2()	Y_2()	Volt(2)	Temp(2)	X_3()	Y_3()	Volt(3)	Temp(3)	X_4()	Y_4()	Volt(4)	Temp(4)	X_5()	Y_5()	Volt(5)	Temp(5)
2	6/25/2018 18:30	6132	13.12	24.43	-25.43209	13.96104	12.62278	23.83629	-33.13737	33.18884	12.78975	23.26657	-29.18238	-10.1446	12.62278	24.22318	-31.57721	36.83491	12.62278	22.28995	-34.71881	1.043861	12.78975	20.21806
3	6/25/2018 18:35	6133	13.13	24.28	-25.38844	13.95506	12.78975	22.76672	-31.17898	33.06727	12.78975	25.14711	-29.10887	-15.13671	12.62278	24.23227	-31.6962	36.63987	12.78975	22.21091	-34.85009	1.8814	12.78975	20.03394
4	6/25/2018 18:40	6134	13.14	24.11	-25.35001	13.95871	12.78975	22.70087	-31.12484	33.26652	12.78975	25.3395	-29.18821	-9.978201	12.78975	24.33515	-31.82725	36.78278	12.78975	22.26361	-34.9008	2.024181	12.78975	20.45621
5	6/25/2018 18:45	6135	13.14	24.01	-25.40385	13.94728	12.78975	22.65094	-31.02817	33.21344	12.78975	25.3395	-29.17841	-10.10246	12.78975	24.23318	-31.73335	36.71752	12.78975	22.28995	-34.78823	2.024181	12.78975	20.18939
6	6/25/2018 18:50	6136	13.14	23.87	-25.47363	13.96767	12.78975	22.59786	-31.11278	33.09396	12.78975	25.29112	-29.1939	-10.13824	12.78975	24.15381	-31.81185	36.71041	12.78975	22.13817	-34.8	2.027444	12.78975	20.29611
7	6/25/2018 18:55	6137	13.14	23.72	-25.46988	13.96638	12.78975	22.52245	-31.14271	33.26204	12.78975	25.18892	-28.9814	-10.11291	12.78975	24.07512	-31.70208	36.73661	12.78975	22.25681	-34.79564	2.059595	12.78975	20.08264
8	6/25/2018 19:00	6138	13.15	23.61	-25.44954	13.96796	12.78975	22.45119	-31.10346	33.09636	12.78975	25.1604	-29.17996	-10.11328	12.78975	24.07512	-31.65238	36.70624	12.78975	22.18322	-34.87817	1.977641	12.78975	20.17908
9	6/25/2018 20:00	6139	13.17	22.9	-25.23228	13.96881	12.78975	21.31375	-33.08345	33.12051	12.91634	24.88182	-29.05178	-10.14719	12.78975	24.14072	-31.09681	36.7724	12.78975	22.17136	-34.92956	2.02574	12.78975	19.90921
10	6/25/2018 21:00	6140	13.17	22.73	-25.17925	13.92347	12.78975	20.97498	-33.01863	33.24311	12.91634	24.80197	-29.12888	-10.14828	12.78975	24.17996	-31.52552	36.80054	12.78975	22.1256	-34.87961	1.915247	12.78975	19.89587
11	6/25/2018 22:00	6141	13.17	22.7	-25.17884	13.91517	12.78975	20.79418	-33.07812	33.22713	12.91634	24.56832	-29.08897	-10.14314	12.78975	24.09995	-31.06167	36.7502	12.78975	22.13454	-34.89609	2.083237	12.78975	20.05397
12	6/25/2018 23:00	6142	13.17	22.87	-25.41325	13.86672	12.78975	20.4432	-33.04052	33.13475	12.91634	24.45885	-29.13255	-10.15229	12.78975	24.15181	-31.8908	36.84348	12.78975	22.13184	-34.85294	2.018898	12.78975	20.00239
13	6/26/2018 0:00	6143	13.17	22.75	-25.66425	13.98787	12.78975	20.81923	-33.20204	34.98892	12.91634	24.271	-29.27786	-10.21519	12.78975	24.04918	-31.4718	36.82803	12.78975	22.30113	-34.86719	2.119413	12.78975	20.40281
14	6/26/2018 1:00	6144	13.17	22.67	-25.7208	13.98302	12.78975	20.43478	-33.02592	35.1888	12.91634	24.3241	-29.17831	-10.09005	12.78975	24.08841	-31.57091	36.81095	12.78975	22.32718	-34.908	1.946134	12.78975	20.09911
15	6/26/2018 2:00	6145	13.17	22.73	-25.72293	13.92154	12.78975	20.21718	-33.06834	35.20785	12.91634	24.271	-29.33514	-10.00179	12.78975	24.43273	-31.55348	36.82796	12.78975	22.18322	-34.82204	1.871777	12.78975	19.79913
16	6/26/2018 3:00	6146	13.17	22.53	-25.5886	13.93701	12.78975	19.88344	-33.13527	35.09961	12.91634	23.86622	-29.41387	-10.04371	12.78975	24.37227	-31.62371	36.81001	12.78975	22.40857	-34.91397	1.968321	12.78975	20.17806
17	6/26/2018 4:00	6147	13.18	22.12	-25.45741	13.82182	12.78975	19.93414	-33.05482	35.13899	12.91634	24.00549	-29.18852	-10.18529	12.78975	23.9707	-31.55902	36.82271	12.78975	22.21091	-34.95661	1.068547	12.78975	20.17828
18	6/26/2018 5:00	6148	13.18	22.34	-25.49179	13.98388	12.78975	19.74899	-33.07444	35.02993	12.91634	23.79112	-29.18954	-10.09816	12.78975	24.23227	-31.5202	36.861	12.78975	22.3295	-34.93749	2.172043	12.78975	20.12278
19	6/26/2018 6:00	6149	13.19	22.06	-26.03217	13.90245	12.78975	19.45747	-33.19992	35.0756	12.91634	23.63882	-29.17479	-10.14585	12.78975	24.27148	-31.4184	36.94572	12.78975	22.55353	-34.86872	2.005538	12.78975	20.25273
20	6/26/2018 7:00	6150	13.18	22.19	-26.07293	13.83172	12.78975	20.13868	-33.12897	35.05213	12.91634	23.71347	-29.17314	-10.08338	12.78975	24.18458	-31.51749	36.85274	12.78975	22.14828	-34.96626	2.453589	12.78975	20.30273
21	6/26/2018 7:05	6151	13.18	22.19	-25.90891	13.52159	12.78975	20.09229	-33.14489	35.03428	12.91634	23.62054	-29.20765	-10.08801	12.78975	24.10373	-31.5278	36.85155	12.78975	22.18322	-34.93335	2.291705	12.78975	20.3895
22	6/26/2018 7:10	6152	13.18	22.19	-25.91525	13.51906	12.78975	20.25834	-32.9977	35.05701	12.91634	23.96567	-29.27178	-9.978498	12.78975	24.10373	-31.57572	36.80005	12.78975	22.17136	-34.81188	2.278889	12.78975	20.3895
23	6/26/2018 7:15	6153	13.18	22.19	-25.81917	13.47981	12.78975	20.31622	-33.14868	35.0385	12.91634	23.94089	-29.19179	-10.07007	12.78975	24.13227	-31.57917	36.80092	12.78975	22.18322	-34.99973	2.196201	12.78975	20.25807
24	6/26/2018 7:20	6154	13.18	22.19	-26.11129	13.25066	12.78975	19.82977	-33.21111	35.04213	12.91634	23.86632	-29.28021	-10.06787	12.78975	24.07512	-31.88229	36.82227	12.78975	22.80902	-34.9314	2.139911	12.78975	20.34334

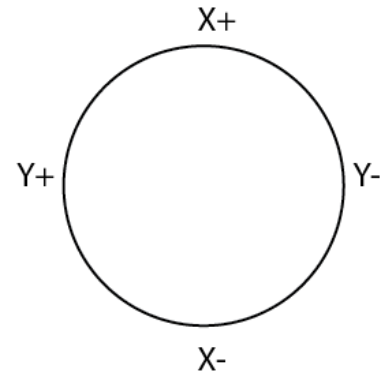
3. Les colonnes se composent des éléments suivants :
  - a. TIMESTAMP - Date et heure à laquelle la lecture a été prise.
  - b. RECORD - Lecture consécutive qui a été prise depuis le dernier redémarrage de l'enregistreur de données.
  - c. Batt\_volt - Tension de la batterie de l'enregistreur de données au moment de la lecture.
  - d. PTemp - Température mesurée à l'enregistreur de données.
  - e. X<sub>(n)</sub> - Lecture de l'inclinaison de l'axe X, en mm/m
  - f. Y<sub>(n)</sub> - Lecture de l'inclinaison de l'axe Y, en mm/m
  - g. Volt (n) – Tension d’entrée du capteur n, en V
  - h. Temp (n) - Température mesurée par le nœud du capteur n, en °C

où n = emplacement du nœud du capteur (1 est le capteur supérieur, 2 est deuxième à partir du haut, etc.)

## Calculs

### Calcul de l'inclinaison en mm/m

Il n'est pas nécessaire de calculer l'inclinaison, car le système GeoString fournit l'inclinaison en mm/m nativement. Le signe du résultat indique la direction de l'inclinaison. La direction X + du nœud du capteur est marquée sur chaque nœud.



### Calcul de l'inclinaison en degrés

$$\text{Tilt (degrés)} = \arcsin(\text{Tilt}_{\text{mm/m}}/1000)$$

### Calcul de la déviation

Pour calculer la déviation par rapport à la longueur de jauge du nœud du capteur, utilisez l'une des formules ci-dessous :

$$\text{Déviation}_{\text{mm}} = \text{Tilt}_{\text{mm/m}} \times 0.6\text{m}$$

ou

$$\text{Déviation}_{\text{po}} = \text{Tilt}_{\text{mm/m}} \times (24 \text{ po} / 1000 \text{ po})$$

### Calcul du déplacement

Le déplacement (mouvement) est le changement de la déviation :

$$\text{Déplacement} = \text{Déviation}_{\text{actuel}} - \text{Déviation}_{\text{initial}}$$

## Raccordement à un système d'acquisition de données

### Aperçu

Ces instructions fournissent des informations nécessaires à la lecture du système GeoString avec les enregistreurs de données Campbell Scientific CR300, CR800, CR1000, CR1000X ou CR6. Veuillez noter que les diagrammes présentés sur la page suivante sont des exemples et ne couvrent pas tous les types de connexion possibles. Un schéma de câblage sera fourni avec chaque système d'enregistreur de données acheté.

### Limitations

Le dernier nœud de capteur de la chaîne doit recevoir 8 volts. Cela limite le nombre de nœuds de capteurs qui peuvent être connectés en fonction de la distance de la chaîne à partir de l'enregistreur de données.

Nombre de Nœuds	Longueur câble raccordement m (alimentation 12V)	Longueur câble raccordement m (alimentation 24V)
10	320	-
25	122	-
50	52	215
75	24	139
100	5	97
125	-	69
150	-	47
175	-	28
200	-	12

