



# MANUEL D'INSTRUCTION



## Inclinomètre en place

F1387-240514

© Roctest Limitée, 2024. 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)

**NX** NOVA  
METRIX

TABLE DES MATIERES

Introduction ..... 3

Avantages..... 4

Contrôle en temps réel ..... 4

Transport et expédition pratiques ..... 4

Configurations flexibles..... 4

Composantes durables..... 4

Réduction des données..... 4

Installation ..... 5

Préparation ..... 5

*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. .... 6

Installation (Configuration Standard) ..... 6

Installation (Configuration personnalisée) ..... 8

..... 9

..... 9

Analyse des données ..... 9

Format des données ..... 9

Calculs ..... 10

Aperçu ..... 11

Limitations..... 11

## 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.

## 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 10 pieds (impérial) ou de 2,5m (métrique) 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 voitures de dimensions standards.



Figure 1: Segment GeoString plié pour le transport

### Configurations flexibles

Le système GeoString est disponible en segments standards de 5 capteurs (10 pi impérial ou 2,5m métrique) mais il est possible d'ajouter des segments de 4, 3, 2 ou 1 capteurs (8, 6, 4, 2 pi impérial ou 2, 1,5, 1, 0,5 m métrique) pour compléter la longueur désirée.

Le système GeoString peut également être installé avec des segments 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 et réutilisables

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.

## INSTALLATION

### 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 noeud supérieur (connecteur mâle connector sans joint)



Figure 4: GeoString noeud 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 noeud 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 numérottera au démarrage.

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

Abaissiez 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.

Abaissiez 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.

Abaissiez 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.



# chapitre 3

## Analyse des données

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        |
|----|-----------------|--------|-----------|-------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|
| 1  | TIMESTAMP       | RECORD | Batt_volt | PTemp | X_1(i)    | Y_1(i)   | Volt(1)  | Temp(1)  | X_2(i)    | Y_2(i)   | Volt(2)  | Temp(2)  | X_3(i)    | Y_3(i)    | Volt(3)  | Temp(3)  | X_4(i)    | Y_4(i)   | Volt(4)  | Temp(4)  | X_5(i)    | Y_5(i)   | Volt(5)  | Temp(5)  |
| 2  | 6/25/2018 18:30 | 6132   | 13.12     | 24.43 | -25.41309 | 13.96104 | 12.62276 | 23.81629 | -51.13737 | 35.18884 | 12.78975 | 25.26657 | -25.16236 | -10.1446  | 12.62276 | 24.22918 | -11.57721 | 36.82491 | 12.62276 | 22.28995 | -34.71881 | 2.042961 | 12.78975 | 20.21806 |
| 3  | 6/25/2018 18:35 | 6133   | 13.13     | 24.28 | -25.18844 | 13.95506 | 12.78975 | 22.76072 | -51.17698 | 35.06727 | 12.78975 | 25.14751 | -29.10887 | -10.13671 | 12.62276 | 24.23227 | -11.8962  | 36.83887 | 12.78975 | 22.21091 | -34.80089 | 1.8818   | 12.78975 | 20.03396 |
| 4  | 6/25/2018 18:40 | 6134   | 13.14     | 24.13 | -25.15001 | 13.95875 | 12.78975 | 22.75087 | -51.11404 | 35.26652 | 12.78975 | 25.3595  | -29.18821 | -9.97803  | 12.78975 | 24.25515 | -11.82725 | 36.78278 | 12.78975 | 22.26361 | -34.9009  | 2.021181 | 12.78975 | 20.45621 |
| 5  | 6/25/2018 18:45 | 6135   | 13.14     | 24.01 | -25.43385 | 13.94726 | 12.78975 | 22.60864 | -51.02817 | 35.2344  | 12.78975 | 25.3595  | -29.17641 | -10.10246 | 12.78975 | 24.22918 | -11.73335 | 36.71732 | 12.78975 | 22.28995 | -34.78923 | 2.024313 | 12.78975 | 20.38939 |
| 6  | 6/25/2018 18:50 | 6136   | 13.14     | 23.87 | -25.47583 | 13.96767 | 12.78975 | 22.39786 | -51.11278 | 35.09396 | 12.78975 | 25.29112 | -29.1539  | -10.13824 | 12.78975 | 24.15581 | -11.81185 | 36.71041 | 12.78975 | 22.15817 | -34.8     | 2.027444 | 12.78975 | 20.29611 |
| 7  | 6/25/2018 18:55 | 6137   | 13.14     | 23.72 | -25.48988 | 13.99638 | 12.78975 | 22.29345 | -51.14171 | 35.26204 | 12.78975 | 25.18892 | -28.9816  | -10.11291 | 12.78975 | 24.07532 | -11.75008 | 36.77861 | 12.78975 | 22.25061 | -34.75964 | 2.059595 | 12.78975 | 20.08264 |
| 8  | 6/25/2018 19:00 | 6138   | 13.15     | 23.61 | -25.44954 | 13.98796 | 12.78975 | 22.12113 | -51.10346 | 35.09436 | 12.78975 | 25.1604  | -29.17996 | -10.11336 | 12.78975 | 24.07532 | -11.61276 | 36.70624 | 12.78975 | 22.1622  | -34.87837 | 1.977641 | 12.78975 | 20.17908 |
| 9  | 6/25/2018 20:00 | 6139   | 13.17     | 22.9  | -25.21236 | 13.76681 | 12.78975 | 21.7175  | -51.06345 | 35.12051 | 12.78975 | 24.88182 | -29.05179 | -10.14739 | 12.78975 | 24.14072 | -11.69661 | 36.7724  | 12.78975 | 22.17136 | -34.92956 | 2.022574 | 12.78975 | 19.90921 |
| 10 | 6/25/2018 21:00 | 6140   | 13.17     | 22.71 | -25.17925 | 13.72347 | 12.78975 | 20.97468 | -51.03683 | 35.24311 | 12.78975 | 24.80197 | -29.22688 | -10.14818 | 12.78975 | 24.17996 | -11.51552 | 36.80054 | 12.78975 | 22.1295  | -34.87963 | 1.915247 | 12.78975 | 19.89587 |
| 11 | 6/25/2018 22:00 | 6141   | 13.17     | 22.7  | -25.57894 | 13.50137 | 12.78975 | 20.76418 | -51.07822 | 35.22719 | 12.78975 | 24.56302 | -29.08897 | -10.11514 | 12.78975 | 24.00995 | -11.66187 | 36.7502  | 12.78975 | 22.18454 | -34.89608 | 2.061257 | 12.78975 | 20.05397 |
| 12 | 6/25/2018 23:00 | 6142   | 13.17     | 22.87 | -25.81325 | 13.68672 | 12.78975 | 20.84432 | -51.04002 | 35.13475 | 12.78975 | 24.45885 | -29.13255 | -10.15229 | 12.78975 | 24.15841 | -11.8008  | 36.64348 | 12.78975 | 22.11184 | -34.85298 | 2.016898 | 12.78975 | 20.00239 |
| 13 | 6/26/2018 0:00  | 6143   | 13.17     | 22.75 | -25.66425 | 13.58787 | 12.78975 | 20.81923 | -51.30204 | 34.98492 | 12.78975 | 24.271   | -29.27786 | -10.21539 | 12.78975 | 24.04936 | -11.4758  | 36.82683 | 12.78975 | 22.30313 | -34.86719 | 2.119413 | 12.78975 | 20.40283 |
| 14 | 6/26/2018 1:00  | 6144   | 13.17     | 22.67 | -21.7208  | 13.54302 | 12.78975 | 20.83476 | -51.02592 | 35.14884 | 12.78975 | 24.3241  | -29.17831 | -10.09005 | 12.78975 | 24.08841 | -11.57091 | 36.81695 | 12.78975 | 22.32716 | -34.908   | 1.946134 | 12.78975 | 20.08911 |
| 15 | 6/26/2018 2:00  | 6145   | 13.17     | 22.71 | -25.75293 | 13.42134 | 12.78975 | 20.21738 | -51.96874 | 35.20765 | 12.78975 | 24.271   | -29.15514 | -10.05175 | 12.78975 | 24.13073 | -11.53248 | 36.82796 | 12.78975 | 22.1622  | -34.82204 | 1.827177 | 12.78975 | 19.78913 |
| 16 | 6/26/2018 3:00  | 6146   | 13.17     | 22.53 | -25.5886  | 13.15701 | 12.78975 | 19.88344 | -51.15527 | 35.09961 | 12.78975 | 21.84622 | -29.41387 | -10.04371 | 12.78975 | 24.57227 | -11.62371 | 36.83003 | 12.78975 | 22.40857 | -34.91397 | 1.968325 | 12.78975 | 20.17806 |
| 17 | 6/26/2018 4:00  | 6147   | 13.18     | 22.22 | -25.85741 | 13.42362 | 12.78975 | 19.58414 | -51.05482 | 35.13895 | 12.78975 | 24.00549 | -29.18802 | -10.18209 | 12.78975 | 23.9707  | -11.55902 | 36.82271 | 12.78975 | 22.11091 | -34.95683 | 2.068547 | 12.78975 | 20.17638 |
| 18 | 6/26/2018 5:00  | 6148   | 13.18     | 22.34 | -25.89179 | 13.38386 | 12.78975 | 19.74989 | -51.07844 | 35.02903 | 12.78975 | 23.79152 | -29.18854 | -10.08816 | 12.78975 | 24.23227 | -11.5202  | 36.861   | 12.78975 | 22.2295  | -34.92749 | 1.972043 | 12.78975 | 20.32278 |
| 19 | 6/26/2018 6:00  | 6149   | 13.19     | 22.06 | -26.05317 | 13.30543 | 12.78975 | 19.83747 | -51.13992 | 35.0756  | 12.78975 | 23.63882 | -29.17479 | -10.14045 | 12.78975 | 24.27148 | -11.4184  | 36.94572 | 12.78975 | 22.35313 | -34.8872  | 1.905536 | 12.78975 | 20.30273 |
| 20 | 6/26/2018 7:00  | 6150   | 13.18     | 22.19 | -26.07293 | 13.42572 | 12.78975 | 20.18448 | -51.12697 | 35.05213 | 12.78975 | 21.71347 | -29.17714 | -10.08518 | 12.78975 | 24.28458 | -11.51749 | 36.85256 | 12.78975 | 22.34368 | -34.96626 | 2.145589 | 12.78975 | 20.30273 |
| 21 | 6/26/2018 7:05  | 6151   | 13.18     | 22.19 | -25.90891 | 13.52139 | 12.78975 | 20.09225 | -51.14169 | 35.03436 | 12.78975 | 23.62054 | -29.20765 | -10.08803 | 12.78975 | 24.10373 | -11.5278  | 36.85155 | 12.78975 | 22.1822  | -34.93335 | 2.231705 | 12.78975 | 20.3895  |
| 22 | 6/26/2018 7:10  | 6152   | 13.18     | 22.38 | -25.91525 | 13.51996 | 12.78975 | 20.25034 | -52.9977  | 35.05701 | 12.78975 | 23.96567 | -29.27178 | -9.978498 | 12.78975 | 24.13073 | -11.57372 | 36.80055 | 12.78975 | 22.17136 | -34.83188 | 2.278889 | 12.78975 | 20.3895  |
| 23 | 6/26/2018 7:15  | 6153   | 13.18     | 22.19 | -25.81817 | 13.47861 | 12.78975 | 20.18122 | -51.33468 | 35.03885 | 12.78975 | 21.54089 | -29.19179 | -10.07807 | 12.78975 | 24.13227 | -11.57977 | 36.8092  | 12.78975 | 22.1822  | -34.99973 | 1.936203 | 12.78975 | 20.25607 |
| 24 | 6/26/2018 7:20  | 6154   | 13.18     | 22.19 | -26.1129  | 13.25066 | 12.78975 | 19.82877 | -51.21115 | 35.04213 | 12.78975 | 23.84622 | -29.2821  | -10.06787 | 12.78975 | 24.07532 | -11.39229 | 36.82227 | 12.78975 | 22.38992 | -34.9314  | 2.219913 | 12.78975 | 20.34234 |

3. Les colonnes se composent des éléments suivants :

- TIMESTAMP - Date et heure à laquelle la lecture a été prise.
- RECORD - Lecture consécutive qui a été prise depuis le dernier redémarrage de l'enregistreur de données.
- Batt\_volt - Tension de la batterie de l'enregistreur de données au moment de la lecture.
- PTemp - Température mesurée à l'enregistreur de données.
- X\_(n) - Lecture de l'inclinaison de l'axe X, en mm/mm
- Y\_(n) - Lecture de l'inclinaison de l'axe Y, en mm/mm
- Volt (n) – Tension d'entrée du capteur n, en V

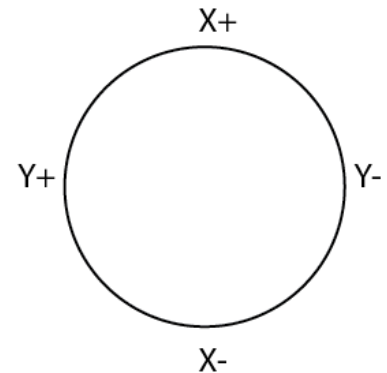
h. Temp (n) - Température mesurée par le nœud du capteur n, en °C

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 :

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

# chapitre | 4

## Raccordement à un système d'acquisition de données

### Aperçu

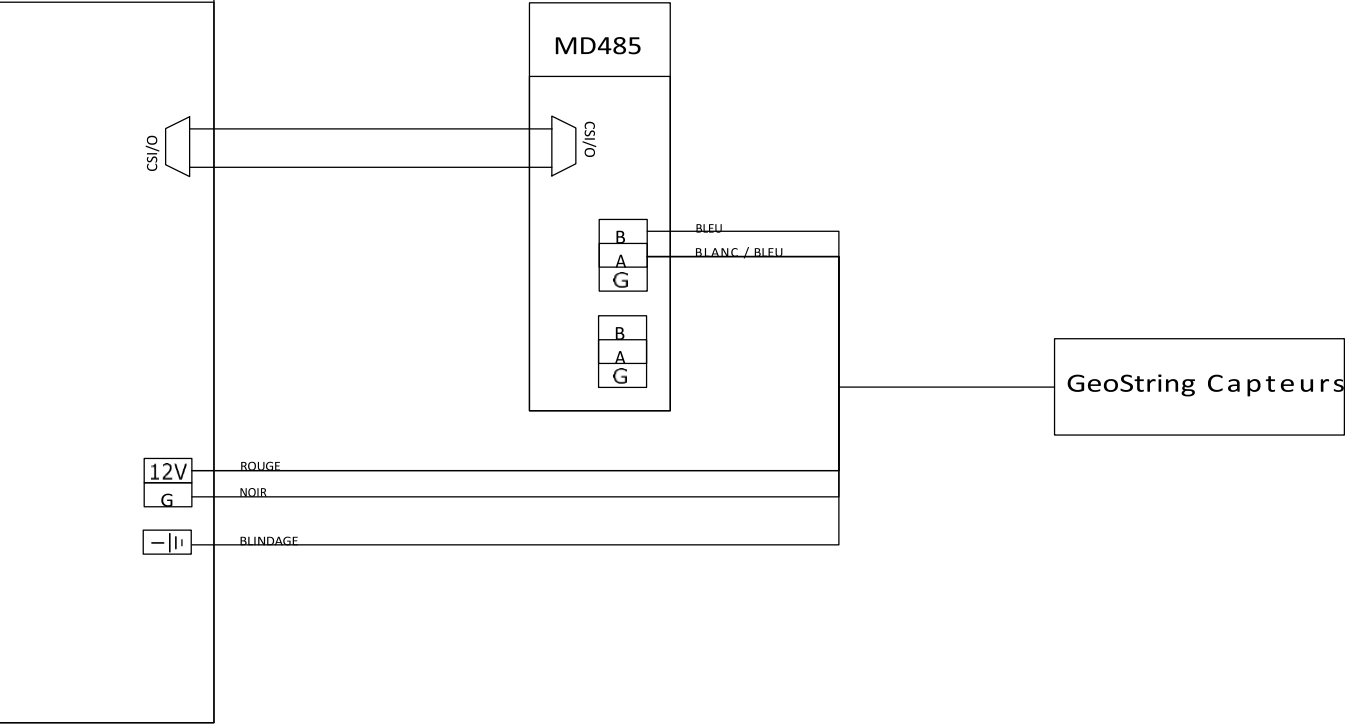
Ces instructions fournissent des informations nécessaires à la lecture du système GeoString avec les enregistreurs de données Campbell Scientific CR300, CR800, CR1000, CR1000X ou CR6. Veuillez noter que les diagrammes présentés sur la page suivante sont des exemples et ne couvrent pas tous les types 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<br>m (alimentation 12V) | Longueur câble raccordement<br>m (alimentation 24V) |
|-----------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 10              | 320                                                 | -                                                   |
| 25              | 122                                                 | -                                                   |
| 50              | 52                                                  | 215                                                 |
| 75              | 24                                                  | 139                                                 |
| 100             | 5                                                   | 97                                                  |
| 125             | -                                                   | 69                                                  |
| 150             | -                                                   | 47                                                  |
| 175             | -                                                   | 28                                                  |
| 200             | -                                                   | 12                                                  |

CR1000/CR800



CR6

