

---

# Modèle 6140

## Chaîne de capteurs inclinométriques verticaux en place (IPI)

### Manuel d'instructions





## **DÉCLARATION DE GARANTIE**

GEOKON garantit que ses produits sont exempts de défauts de matériaux et de fabrication, dans des conditions normales d'utilisation et d'entretien, pendant une période de 13 mois à compter de la date d'achat. En cas de dysfonctionnement, le produit doit être renvoyé à l'usine pour évaluation, en port payé. Après l'examen effectué par GEOKON, si le produit s'avère défectueux, il sera réparé ou remplacé gratuitement. Cependant, la GARANTIE EST NULLE si le produit montre des signes d'altération ou d'endommagement résultant d'une corrosion ou d'un courant excessif, de la chaleur, de l'humidité ou des vibrations, d'une spécification incorrecte, d'une mauvaise application, d'une mauvaise utilisation ou d'autres conditions de fonctionnement hors du contrôle de GEOKON. Les composants qui s'usent ou sont endommagés par une mauvaise utilisation ne sont pas garantis. Cela comprend les fusibles et les batteries.

GEOKON fabrique des instruments scientifiques dont le mauvais usage est potentiellement dangereux. Les instruments sont destinés à être installés et utilisés uniquement par du personnel qualifié. Il n'y a aucune garantie, sauf celle mentionnée dans le présent document. Il n'existe aucune autre garantie, expresse ou implicite, y compris, mais sans s'y limiter, les garanties implicites de qualité marchande et d'adéquation à un usage particulier. GEOKON n'est pas responsable des dommages ou pertes causés à d'autres équipements, qu'ils soient directs, indirects, accidentels, spéciaux ou conséquents, que l'acheteur pourrait subir à la suite de l'installation ou de l'utilisation du produit. Le seul recours de l'acheteur en cas de violation de cet accord par GEOKON ou de violation de toute garantie par GEOKON n'excédera pas le prix d'achat payé par l'acheteur à GEOKON pour le ou les produits, ou l'équipement directement touché par cette violation. GEOKON ne remboursera en aucun cas le demandeur pour les pertes subies lors de l'enlèvement ou de la réinstallation de l'équipement.

Toutes les précautions d'exactitude ont été prises lors de la préparation des manuels ou des logiciels, cependant, GEOKON n'assume aucune responsabilité pour les omissions ou erreurs qui pourraient apparaître, ni pour les dommages ou pertes résultant de l'utilisation des produits conformément aux informations contenues dans le manuel ou le logiciel.

Aucune partie de ce manuel d'instructions ne peut être reproduite, par quelque moyen que ce soit, sans l'accord écrit de GEOKON. Les informations contenues dans le présent document sont considérées comme exactes et fiables. Toutefois, GEOKON n'assume aucune responsabilité en cas d'erreurs, d'omissions ou d'interprétations erronées. Les informations contenues dans ce document sont susceptibles d'être modifiées sans préavis.

La marque et le logo GEOKON® sont des marques déposées auprès de l'United States Patent and Trademark Office (Bureau américain des brevets et des marques de commerce).



## TABLE DES MATIÈRES

---

<b>1. INTRODUCTION</b>	1
<b>2. INSTALLATION</b>	2
<b>2.1 CONNEXIONS DES CÂBLES</b>	2
<b>2.2 ESSAIS PRÉLIMINAIRES</b>	2
<b>2.3 CONNEXION DU CONTREPOIDS</b>	3
<b>2.4 ORIENTATION DU CAPTEUR</b>	4
<b>2.5 INSTALLATION DES CAPTEURS DANS LE BOÎTIER</b>	5
<b>2.6 LECTURE</b>	9
<b>2.7 CONNECTEUR ÉTANCHE À QUATRE BROCHES</b>	10
<b>3. PROTOCOLE MODBUS RTU</b>	11
<b>3.1 INTRODUCTION À MODBUS</b>	11
<b>3.2 PRÉSENTATION DE MODBUS RTU</b>	11
<b>3.3 TABLEAUX MODBUS</b>	11
<b>4. PRISE DE LECTURES</b>	13
<b>4.1 ENREGISTREURS DE DONNÉES COMPATIBLES</b>	13
<b>5. RÉDUCTION DES DONNÉES</b>	14
<b>5.1 CALCUL D'INCLINAISON</b>	14
<b>5.2 CALCUL DE DÉPLACEMENT</b>	14
<b>5.3 EFFETS DE LA TEMPÉRATURE</b>	16
<b>5.4 FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX</b>	16
<b>6. DÉPANNAGE</b>	17
<b>ANNEXE A. CARACTÉRISTIQUES</b>	18
<b>A.1 CHAÎNE DE CAPTEURS INCLINOMÉTRIQUES VERTICAUX EN PLACE MODÈLE 6140</b>	18
<b>A.2 LISTE DES PIÈCES</b>	19
<b>ANNEXE B. DISPOSITION D'INSTALLATION TYPIQUE</b>	22
<b>B.1 ASSEMBLAGE STANDARD DE CHAÎNE IPI VERTICALE MODÈLE 6140</b>	22
<b>B.2 ASSEMBLAGE DE RALLONGE DE CHAÎNE IPI VERTICALE MODÈLE 6140</b>	23
<b>ANNEXE C. RAPPORTS D'ÉTALONNAGE TYPIQUES</b>	24
<b>ANNEXE D. SYSTÈME ADRESSABLE MODBUS</b>	28
<b>D.1 PARAMÈTRES DE COMMUNICATION MODBUS</b>	28
<b>D.2 CODES D'ERREUR</b>	28
<b>ANNEXE E. PROGRAMMATION CRBASIC</b>	29

<b>E.1 EXEMPLE DE PROGRAMME CR1000</b> .....	29
<b>E.2 EXEMPLE DE PROGRAMME CR6</b> .....	29
<b>ANNEXE F. SYSTÈME DE PALAN D'INSTALLATION/DE RETRAIT</b> .....	31
<b>F.1 INSTALLATION D'UNE CHAÎNE À L'AIDE DU SYSTÈME DE PALAN</b> .....	32
<b>F.2 RETRAIT D'UNE CHAÎNE À L'AIDE DU SYSTÈME DE PALAN</b> .....	37
<b>ANNEXE G. RÉGLAGE DU CÂBLE DE SUSPENSION</b> .....	40
<b>G.1 CONNEXION DU SUPPORT DE SUSPENSION</b> .....	40

## 1. INTRODUCTION

---

Le principe de fonctionnement de la Chaîne De Capteurs Inclinométriques Verticaux En Place GEOKON Modèle 6140 est l'utilisation de capteurs inclinométriques à MEMS (système microélectromécanique) pour effectuer des mesures précises de l'inclinaison sur des segments d'un boîtier d'inclinomètre.

La Chaîne Ipi Verticale Modèle 6140 se compose d'une chaîne de capteurs inclinométriques à MEMS biaxiaux, installés dans des boîtiers en polymère robustes. Une roue à ressort et deux roues fixes permettent à la corde de s'engager positivement dans les rainures d'un boîtier d'inclinomètre conventionnel de 70 ou 85 mm, en maintenant l'azimut en fonction de la profondeur. La chaîne est suspendue en haut du tubage à l'aide d'un câble de suspension et d'un support. En fonction de la longueur de la chaîne et des conditions du site, les chaînes peuvent nécessiter une tension supplémentaire via un ou plusieurs poids de suspension, fixés au capteur le plus bas.

Les capteurs de la chaîne d'inclinomètres sont reliés mécaniquement par des câbles d'aéronef à haute résistance, qui peuvent pivoter librement autour du point de connexion. Les capteurs sont reliés électriquement par un câble bus commun, tandis que le capteur le plus haut comprend un connecteur étanche qui permet un assemblage facile avec le dispositif de lecture choisi (ordinateur, enregistreur de données, système SCADA, etc.) par l'intermédiaire d'un câble de lecture spécifié par le client.

Chaque capteur fournit des relevés calibrés d'inclinaison (degrés angulaires) et de température (degrés Celsius), qui peuvent être facilement importés dans MS Excel ou tout autre logiciel de visualisation inclinométrique, sans qu'il soit nécessaire de convertir les données brutes en unités d'ingénierie.

La Chaîne Ipi Verticale Modèle 6140 utilise le protocole Modbus® Remote Terminal Unit (RTU) standard de l'industrie pour communiquer. Il utilise une interface électrique RS-485 (semi-duplex), reconnue pour sa prévalence, sa simplicité et son succès en tant que couche physique industrielle robuste. La surveillance peut être effectuée à l'aide des enregistreurs de données numériques adressables et à haute puissance GeoNet, du convertisseur de bus adressable modèle 8020-38, des enregistreurs de données modèle 8600, des enregistreurs de données Campbell Scientific, ou de tout autre appareil capable de fonctionner en tant que client Modbus RTU et disposant d'un port RS-485.

Pour les chaînes de plus de 50 capteurs, l'utilisation du Palan D'installation/de Retrait Modèle 6140-HOIST est obligatoire. Pour plus d'informations, consultez l'annexe F.

## 2. INSTALLATION

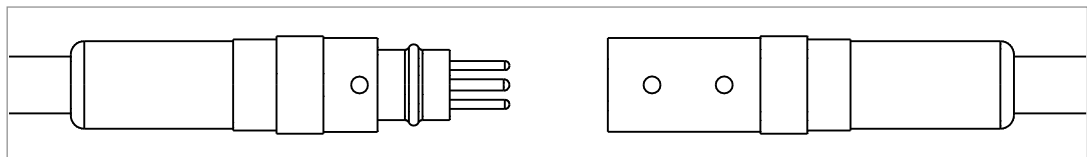
Pour une démonstration visuelle, regardez la vidéo d'installation du modèle 6140 ([geokon.com/Inclinometer-Videos#6140-install](https://www.geokon.com/Inclinometer-Videos#6140-install)).

### 2.1 CONNEXIONS DES CÂBLES

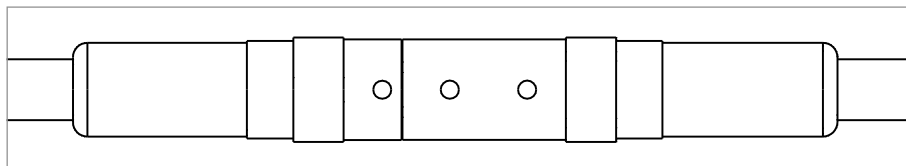
Lors de la connexion des câbles, alignez le point d'orientation situé à l'extérieur du connecteur mâle avec les deux points d'orientation situés à l'extérieur du connecteur femelle (illustration 1). Cela garantira que les broches et les réceptacles des connecteurs s'alignent correctement. Pour éviter toute infiltration d'eau, veillez à pousser les connecteurs l'un contre l'autre jusqu'à ce qu'ils soient complètement accouplés (illustration 2). Pour plus de sécurité, GEOKON recommande de coller les connecteurs ensemble avec du ruban électrique ou du mastic noir.

**Remarque:** Pour faciliter l'accouplement, les connecteurs mâles sont enduits de graisse diélectrique. Ne retirez pas cette graisse.

**Attention!** Il faut veiller à ne pas couper ou endommager la gaine du câble, ce qui pourrait introduire de l'humidité à l'intérieur de la corde et endommager irrémédiablement les capteurs.



**ILLUSTRATION 1:** Détail de la connexion de câbles



**ILLUSTRATION 2:** Câbles connectés

### 2.2 ESSAIS PRÉLIMINAIRES

Avant l'installation, vérifiez le bon fonctionnement des capteurs en suivant les étapes ci-dessous.

**Pour les chaînes contenant moins de 100 capteurs, passez à l'étape 4.**

1. Placez les sections de chaîne dans le bon ordre en vous référant aux étiquettes figurant sur les cartons d'expédition. Ne les retirez pas des cartons.
2. Connectez les sections de chaîne ensemble en branchant le connecteur de câble mâle d'une section dans le connecteur femelle de la suivante. Les connecteurs sont marqués avec du ruban adhésif à code couleur entre chaque section. Les cartons d'expédition sont étiquetés par ordre de séquence et, le cas échéant, par chaîne d'identification. (Consultez la section 2.1 pour les détails sur la connexion de câbles.)
3. Répétez ce processus jusqu'à ce que toute la chaîne soit connectée. Le câble de suspension d'aéronef n'a pas besoin d'être connecté à ce stade.
4. Branchez le connecteur mâle du capteur le plus haut de la chaîne dans le connecteur femelle du câble de lecture.
5. Connectez la chaîne IPI à un enregistreur de données ou à un ordinateur (consultez la section 2.6 pour plus de détails).
6. L'inclinaison du carton d'expédition d'un côté à l'autre doit entraîner une augmentation ou une diminution des relevés de tous les capteurs. La température indiquée sur l'écran doit être proche de la température ambiante. Répétez ce processus avec les cartons d'expédition restants. **Si l'un de ces essais préliminaires échoue, reportez-vous à la section 6 pour le dépannage.**

Une fois les tests préliminaires terminés, déconnectez la chaîne du dispositif de lecture et déconnectez les sections de chaîne les unes des autres (le cas échéant). **Lors de la déconnexion, ne tirez pas par le câble, saisissez les connecteurs et séparez-les avec précaution.**

### 2.3 CONNEXION DU CONTREPOIDS

Dans certains cas, la chaîne de capteurs ne nécessitera pas de lest. Dans la mesure du possible, utilisez le poids minimum nécessaire pour faciliter l'installation et minimiser la tension sur la chaîne. Cependant, certaines installations peuvent nécessiter un lest supplémentaire pour garantir un positionnement correct. À cette fin, deux poids de 5 lb (2,27 kg) sont fournis.

Veuillez vous référer au tableau ci-dessous, à titre indicatif uniquement. Les exigences de poids réelles peuvent varier en fonction des conditions du site.

		Longueur de la chaîne	
		≤25 Capteurs	>25 Capteurs
Niveau d'eau dans le boîtier	Sec	0 Poids	1 Poids
	Plein	1 Poids	2 Poids

**TABLEAU 1:** Référence pour le nombre de poids recommandé

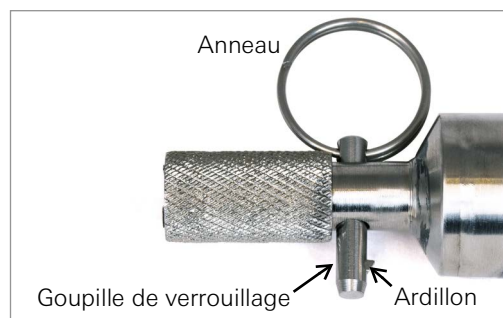
**Remarque:** D'autres variables sur site pouvant influencer les exigences de poids comprennent:

- Diamètre du boîtier (70 mm contre 85 mm)
- Niveau d'eau
- Longueur de la chaîne
- Courbure/profil du trou
- Discontinuités dans le boîtier
- Torsion/spirale du boîtier
- Sédiment

En cas de doute sur la nécessité d'ajouter du poids, commencez l'installation sans aucun poids. En cas de difficultés (comme une résistance ou une friction sur la chaîne), retirez la chaîne, fixez un poids et réessayez l'installation. Répétez cette opération si un poids supplémentaire est nécessaire.

Le système de fixation du poids de suspension décrit ci-dessous sert à la fois à fixer un poids à la chaîne et à fixer un poids à un autre.

1. Retirez la goupille de verrouillage du contrepois en appuyant sur l'ardillon et en tirant sur l'anneau.



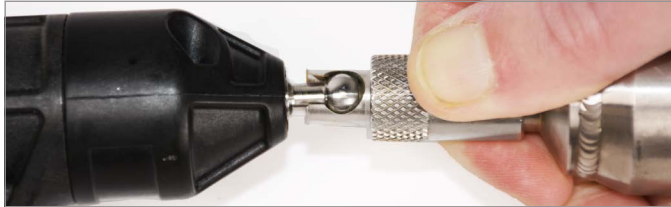
**ILLUSTRATION 3:** Détails de la goupille de verrouillage

2. Rétractez le manchon à ressort du contrepois.



**ILLUSTRATION 4:** Rétracter le manchon à ressort

3. Accouplez le goujon sphérique du capteur terminal avec le récepteur du contrepois, puis relâchez le manchon à ressort.



**ILLUSTRATION 5:** Capturer le goujon sphérique

4. Réinsérez la goupille de verrouillage pour éviter que le manchon ne se rétracte accidentellement pendant l'utilisation.

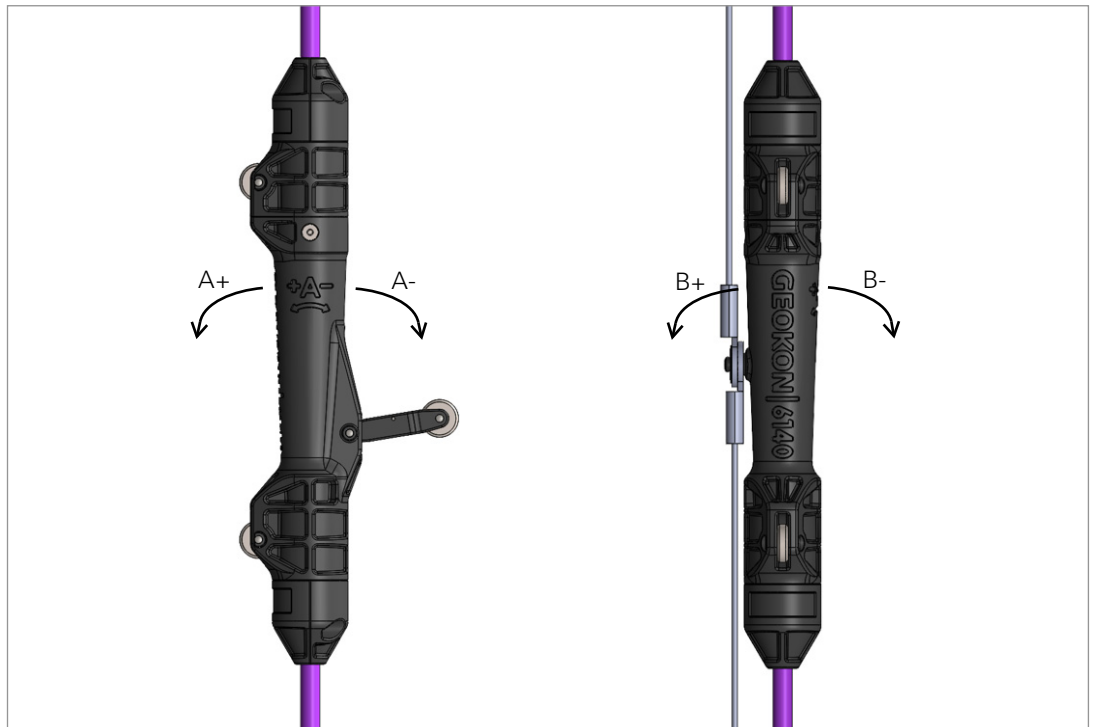


**ILLUSTRATION 6:** Connexion terminée

## 2.4 ORIENTATION DU CAPTEUR

Tous les capteurs doivent être orientés dans la même direction lors de leur installation dans le boîtier. Le dispositif MEMS surveille les directions A et B (illustration 7). Les directions A+ et A- sont orientées vers les roues du capteur et sont marquées sur le boîtier du capteur. La direction B+ est à 90 degrés dans le sens des aiguilles d'une montre par rapport à la direction A+, vue d'en haut.

Orientez la direction A+ dans le même sens que le mouvement prévu, par exemple vers l'excavation à surveiller ou vers le bas pour les applications d'évaluation des pentes.



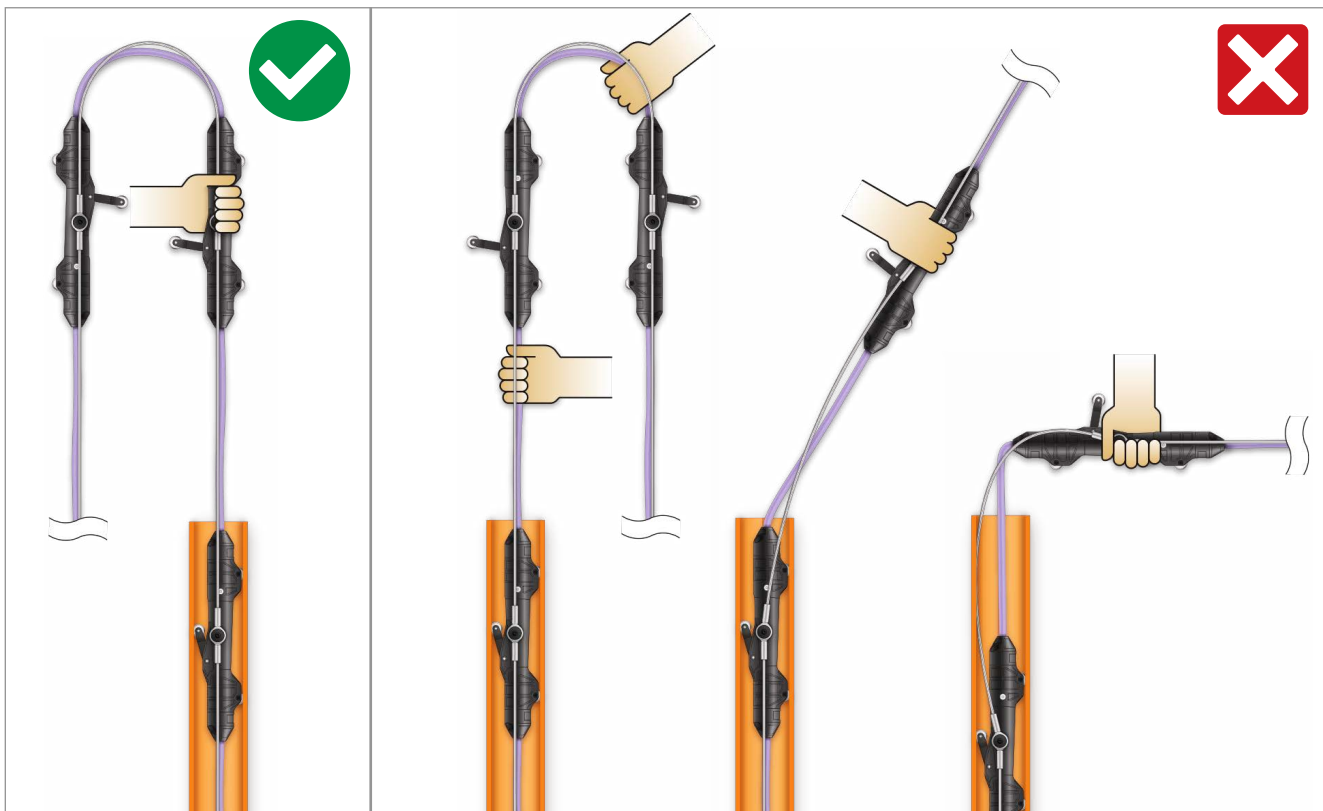
**ILLUSTRATION 7:** Directions A et B

## 2.5 INSTALLATION DES CAPTEURS DANS LE BOÎTIER

GEOKON recommande que la hauteur du haut du boîtier par rapport au niveau du sol ne soit pas supérieure à 0,5 mètre (20 pouces). Cela facilite l'installation et réduit le risque de torsion du câble de signal et des capteurs.

Le Palan D'installation/de Retrait Modèle 6140-HOIST est requis pour soutenir les chaînes de 50 capteurs ou plus (consultez l'annexe F). Le poids de la chaîne augmentera à mesure que davantage de sections de chaîne seront installées dans le boîtier.

**Important! Les capteurs doivent être maintenus verticalement au-dessus du boîtier afin que le poids de la chaîne soit placé sur le câble d'aéronef. Tenez la chaîne par les capteurs et non par le câble. Sinon, le câble de signal sera soumis à des contraintes supplémentaires et l'ensemble de la chaîne risque d'être endommagé (consultez l'illustration 8).**



**FIGURE 8:** Orientation du capteur

Installez les capteurs directement du carton d'expédition dans le boîtier en suivant les étapes suivantes.

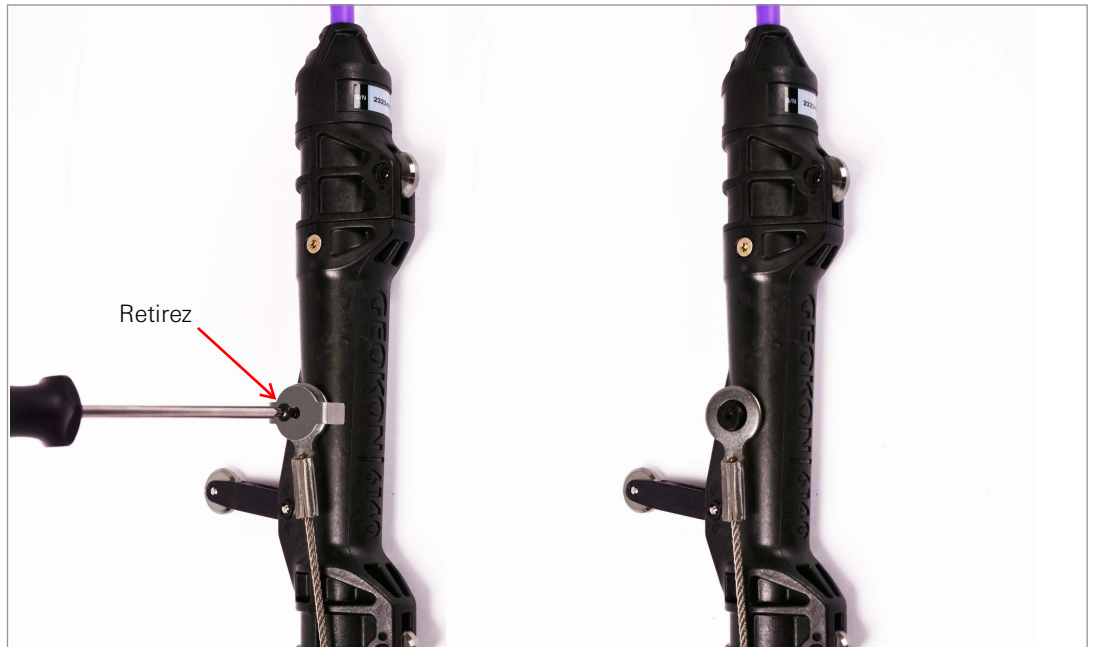
1. Insérez d'abord le(s) poids de suspension (le cas échéant) dans le boîtier.
2. Insérez le capteur inférieur, en veillant à positionner les trois roues du capteur dans les rainures du boîtier. Le capteur doit être orienté dans le boîtier comme décrit dans la section 2.4.
3. Installez le capteur suivant de la chaîne dans le trou de forage, puis chaque capteur suivant, comme décrit précédemment, jusqu'à ce que le capteur le plus haut de la chaîne soit atteint.
4. Insérez le support du capteur dans le boîtier, puis insérez le capteur supérieur dans le support.



**ILLUSTRATION 9:** Support du capteur

**Pour les chaînes contenant moins de 100 capteurs, passez à l'étape 6.**

5. Connectez la section suivante de la chaîne à la section déjà présente dans le trou de forage de la manière suivante:
  - a. A l'aide du tournevis fourni, retirez la vis et la rondelle qui maintiennent le câble d'aéronef au capteur supérieur de la section de la chaîne déjà en place.



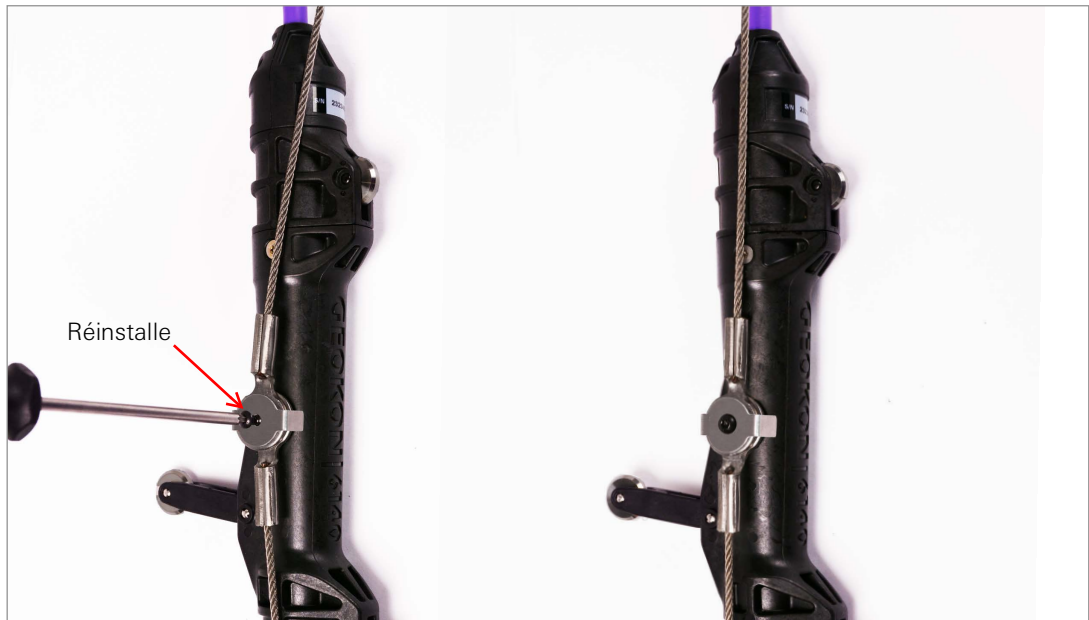
**ILLUSTRATION 10:** Retirer la vis

- b. Prenez l'œillet du câble d'aéronef sur le capteur inférieur de la section de chaîne suivante et placez-le sur l'œillet existant.



**ILLUSTRATION 11:** Disposez l'œillet de la section de chaîne suivante sur l'œillet existant

- c. Fixez les deux œillets au capteur supérieur en réinstallant la vis et la rondelle. L'illustration 12 montre la connexion terminée.



**ILLUSTRATION 12:** *Œillets de câbles d'aéronef sécurisés, connexion de câbles d'aéronef terminée*

- d. Accouplez les connecteurs de câble mâle et femelle (de couleur correspondante) des deux sections de chaîne. (Consultez la section 2.1 pour les détails sur la connexion de câbles.)
  - e. Retirez le support du capteur du boîtier.
  - f. Installez la section suivante de la chaîne dans le trou de forage, et chaque section par la suite, comme décrit précédemment, et ce jusqu'à ce que vous atteigniez le capteur le plus haut de la chaîne.
  - g. Insérez le support du capteur dans le boîtier, puis insérez le capteur supérieur dans le support.
6. Branchez le connecteur mâle du capteur supérieur dans le connecteur femelle du câble de lecture. (Consultez la section 2.1 pour les détails sur la connexion de câbles.)
  7. Connectez le câble d'aéronef du capteur supérieur au boulon à œil situé en bas du support de suspension à l'aide du connecteur à maillon rapide.



**ILLUSTRATION 13:** *Fixation du support de suspension*

8. Retirez le support du capteur du boîtier et installez le capteur supérieur dans le trou de forage.
9. Positionnez le support de suspension sur le dessus du boîtier.

**Remarque:** Pour que le support de suspension soit correctement fixé sur le boîtier, le bord supérieur du boîtier doit être propre et plat.

10. Connectez le câble de lecture à un enregistreur de données ou à un ordinateur (consultez la section 2.6 pour plus de détails).
11. Les données peuvent être relevées immédiatement après l'installation; cependant, GEOKON recommande d'évaluer les données sur une période de temps afin de déterminer quand la chaîne s'est suffisamment stabilisée pour recueillir une indication zéro précise.

## 2.6 LECTURE

Si votre enregistreur de données est doté d'un système de communication RS-485 intégré, connectez le câble de lecture en suivant le schéma de câblage ci-dessous. (L'enregistreur de données doit disposer du port approprié disponible.)

Enregistreur de données	Couleur du conducteur du capteur
485+	BLANC
485-	VERT
12V	ROUGE
GND	NOIR
SHD	SANS FINI

**TABLEAU 2:** Tableau de câblage entre l'enregistreur de données numérique haute puissance ou adressable (RS-485) et le capteur

Si votre enregistreur de données ne dispose pas de communications RS-485 intégrées, vous pouvez utiliser le convertisseur ci-dessous.

### CONVERTISSEUR DE BUS ADRESSABLE MODÈLE 8020-38

Le Convertisseur De Bus Adressable Modèle 8020-38 (illustration 14) peut être utilisé dans une chaîne comptant **50 capteurs ou moins**. Le modèle 8020-38 permet de connecter des chaînes adressables à des ordinateurs personnels, des lecteurs, des enregistreurs de données et des boîtiers électroniques de commande programmables. Le convertisseur agit comme un pont utilisant les protocoles TTL ou USB entre les lecteurs et les chaînes de capteurs compatibles GEOKON RS-485.



**ILLUSTRATION 14:** Convertisseur RS-485 vers TTL/USB modèle 8020-38

Si vous utilisez un modèle 8020-38 pour connecter la chaîne 6140 à un lecteur, câblez les connexions comme indiqué. (Les enregistreurs de données doivent disposer du port approprié disponible.)

Connexion de l'enregistreur de données	Couleur du conducteur	8020-38 Connection
V+	ROUGE	12 V (IN)
TX	BLANC	TX (IN)
RX	VERT	RX (OUT)
GND	NOIR	GND
SHD	SANS FINI	SHIELD

**TABLEAU 3:** Câblage de l'enregistreur de données au modèle 8020-38

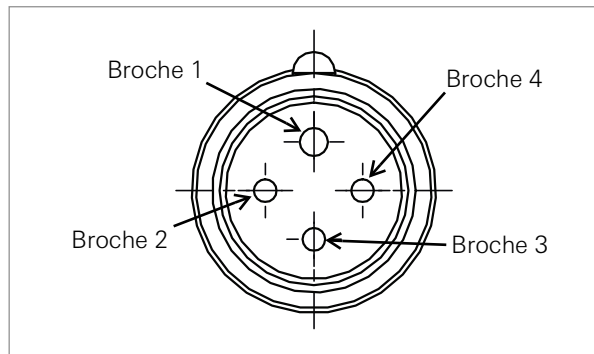
8020-38 Connection	Couleur du conducteur du capteur
12 V (OUT)	ROUGE
485+	BLANC
485-	VERT
GND	NOIR
SHIELD	SANS FINI

**TABLEAU 4:** Câblage du modèle 8020-38 au capteur

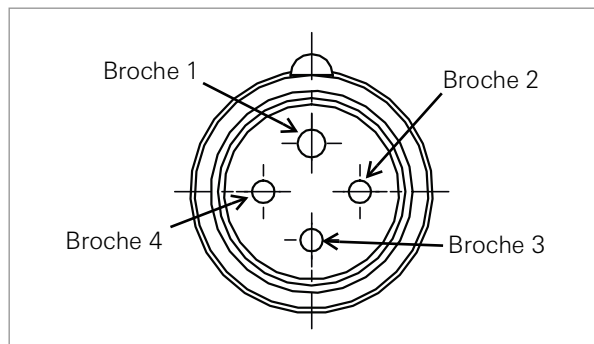
Pour plus d'informations, veuillez vous référer au Manuel d'instructions du modèle 8020-38 ([geokon.com/8020-38](http://geokon.com/8020-38)).

## 2.7 CONNECTEUR ÉTANCHE À QUATRE BROCHES

Les brochages des connecteurs mâle et femelle à quatre broches sont indiqués ci-dessous; la fonction de chaque fil est détaillée dans le tableau 5 ci-dessous.



**ILLUSTRATION 15:** Connecteur mâle étanche



**ILLUSTRATION 16:** Connecteur femelle étanche

Broche	Couleur du fil	Fonction
1	ROUGE	Alimentation
2	NOIR	Terre
3	BLANC	RS-485+ Débit élevé
4	VERT	RS-485- Débit faible

**TABLEAU 5:** Schéma de câblage à quatre broches

## 3. PROTOCOLE MODBUS RTU

---

### 3.1 INTRODUCTION À MODBUS

Les inclinomètres modèle 6140 utilisent le protocole standard de l'industrie Modbus Remote Terminal Unit (RTU) pour communiquer avec la méthode de lecture choisie. Chaque 6140 est un serveur Modbus. Comme son nom l'indique, Modbus a été conçu pour fonctionner sur ce qu'on appelle un **réseau de bus**, ce qui signifie que chaque appareil reçoit chaque message sur le bus. Les inclinomètres modèle 6140 utilisent l'interface électrique RS-485 en raison de sa prévalence, de sa simplicité et de son succès en tant que couche physique industrielle robuste.

Vous trouverez plus d'informations sur Modbus sur le site Web suivant:

<http://www.modbus.org/specs.php>

### 3.2 PRÉSENTATION DE MODBUS RTU

Le protocole Modbus RTU utilise des paquets (messages constitués de plusieurs sections) pour communiquer et transférer des données entre les appareils du réseau. Le format général de ces paquets est le suivant:

1. Adresse Modbus (un octet) - L'adresse du périphérique spécifique sur le bus. (Étiquetés sur les capteurs comme suit: #1, #2, #3, etc.)
2. Code de fonction (un octet) - L'action à effectuer par le périphérique serveur.
3. Données (multi-octets) - La charge utile du code de fonction envoyé.
4. Contrôle de redondance cyclique ou CRC (deux octets) : Un contrôle d'intégrité des données sur 16 bits calculé sur les autres octets du paquet.

### 3.3 TABLEAUX MODBUS

Les lectures les plus récentes des capteurs sont stockées dans des registres de mémoire, lus à l'aide d'une commande Modbus. Les lectures d'angle et de température sont disponibles en format traité ou précurseur. Les adresses et formats de registre sont décrits dans le tableau 6.

**Remarque:** GEOKON enregistre le facteur de jauge et les décalages dans le capteur au cours du processus d'étalonnage en usine. Par conséquent, les sorties des axes A et B sont toutes deux des valeurs corrigées.

Le tableau 7 affiche les adresses de contrôle des périphériques. Toute valeur différente de zéro écrite dans l'adresse de déclenchement lance un cycle de mesure, mettant à jour les registres de mesure d'angle et de température. Toute anomalie détectée lors du cycle de mesure le plus récent produit un code d'erreur différent de zéro. Consultez l'annexe D pour lire l'explication de ces codes.

Register Address	Byte	Word	Parameter	Units	Type	Access
0x100	0	LSW	A-Axis	degrees	float	RO
	1					
0x101	2	MSW				
	3					
0x102	4	LSW	B-Axis	degrees	float	
	5					
0x103	6	MSW				
	7					
0x106	12	LSW	Temperature	°C	float	
	13					
0x107	14	MSW				
	15					
0x108	16	LSW	Uncorrected	degrees	float	
	17					
0x109	18	MSW	A-Axis			
	19					
0x10A	20	LSW	Uncorrected	degrees	float	
	21					
0x10B	22	MSW	B-Axis			
	23					
0x117	46		Error Code	N/A	uint16	
	47					

**TABLEAU 6:** Adresses et formats de registre

Register Address	Byte	Word	Parameter	Units	Type	Access
0x118	48		Trigger	N/A	uint16	RW
	49					

**TABLEAU 7:** Adresse de contrôle du périphérique

Register Address	Byte	Word	Parameter	Units	Type	Access
0x200	0		Drop Address	N/A	uint16	RO
	1					
0x201	2					
	3					
0x202	4					
	5					
0x203	6					
	7					
0x204	8					
	9					
0x205	10		Sensor Type	N/A	string	
	11					
0x206	12					
	13					
0x207	14					
	15					
0x208	16					
	17					
0x209	18	LSW	Serial Number	N/A	uint32	
	19					
0x20A	20	MSW				
	21					
0x20B	22		Software Version	N/A	uint16	
	23					
0x20C	24		Hardware Version	N/A	uint16	
	25					

**TABLEAU 8:** Mémoire non volatile

## 4. PRISE DE LECTURES

---

### 4.1 ENREGISTREURS DE DONNÉES COMPATIBLES

GEOKON peut fournir plusieurs options d'enregistreur de données. Les appareils compatibles avec ce produit sont répertoriés ci-dessous. Pour plus de détails et d'instructions, consultez le(s) manuel(s) correspondant(s) sur le site [geokon.com/Dataloggers](http://geokon.com/Dataloggers).

#### **ENREGISTREURS DE DONNÉES:**

##### ■ Série GeoNet

La série GeoNet est conçue pour collecter et transférer des données à partir d'instruments à corde vibrante, RS-485 et analogiques. GeoNet propose une large gamme d'options de télémétrie, notamment LoRa, cellulaire, Wi-Fi, satellite et local. Les enregistreurs peuvent fonctionner ensemble dans une configuration réseau ou être utilisés séparément comme unités autonomes. Les appareils GeoNet arrivent de l'usine prêts à être déployés et peuvent commencer l'acquisition de données en quelques minutes.

Les données sont transférées vers une plateforme de stockage infonuagique sécurisée où elles sont accessibles via l'OpenAPI GEOKON. Les logiciels de visualisation de données les plus performants, tels que le logiciel gratuit GEOKON Agent Software, peuvent être utilisés avec l'OpenAPI pour la visualisation des données et l'établissement de rapports. Des enregistreurs de données sans capacités réseau sont également disponibles.

##### ■ Série 8600

L'enregistreur de données MICRO-6000 est conçu pour permettre la lecture d'un grand nombre d'instruments à corde vibrante GEOKON pour diverses applications de collecte de données sans surveillance, grâce à l'utilisation de multiplexeurs GEOKON modèle 8032. L'emballage résistant aux intempéries permet d'installer l'unité dans des environnements de terrain aux conditions inhospitalières. Le boîtier Nema 4X est également doté d'un dispositif de verrouillage pour limiter l'accès au personnel responsable sur le terrain.

## 5. RÉDUCTION DES DONNÉES

---

### 5.1 CALCUL D'INCLINAISON

Le capteur d'inclinomètre 6140 génère des unités d'ingénierie simples, des degrés d'inclinaison, qui ont été calibrés pour les effets angulaires et de température. De ce fait, aucune correction supplémentaire des données générées n'est nécessaire.

### 5.2 CALCUL DE DÉPLACEMENT

Il existe deux ensembles d'équations disponibles pour calculer le déplacement du capteur:

**Déplacement latéral du capteur** et **déplacement latéral simplifié du capteur**. Consultez les descriptions ci-dessous et effectuez la méthode de calcul préférée. Dans les deux cas, des mesures initiales doivent être prises après l'installation pour servir de référence. Les mesures initiales sont ensuite utilisées comme référence et soustraites de toutes les mesures ultérieures afin de déterminer le mouvement ou le changement de position d'un trou de forage à différents intervalles de temps.

#### **CALCUL DU DÉPLACEMENT DU CAPTEUR LATÉRAL**

Développée spécifiquement pour l'assemblage 6140, l'équation ci-dessous prend en compte les angles des capteurs à chaque extrémité d'une longueur de jauge donnée. L'utilisation de cette méthode donne les résultats les plus précis et est recommandée par GEOKON.

Le déplacement latéral relatif ( $D_{rel}$ ) de chaque point de mesure est calculé à l'aide de l'équation suivante:

$$D_{1rel} = L \sin\left(\frac{\theta_1 + \theta_2}{2}\right)$$

**ÉQUATION 1:** *Déplacement latéral relatif*

Où:

L = Longueur de la jauge (c'est-à-dire espacement des capteurs)

$\theta$  = Angle d'inclinaison du capteur, comme décrit ci-dessus

Le profil du forage est approximé en accumulant ces déplacements latéraux relatifs à chaque point de mesure, en commençant par le capteur inférieur. Consultez l'illustration 17 ci-dessous.

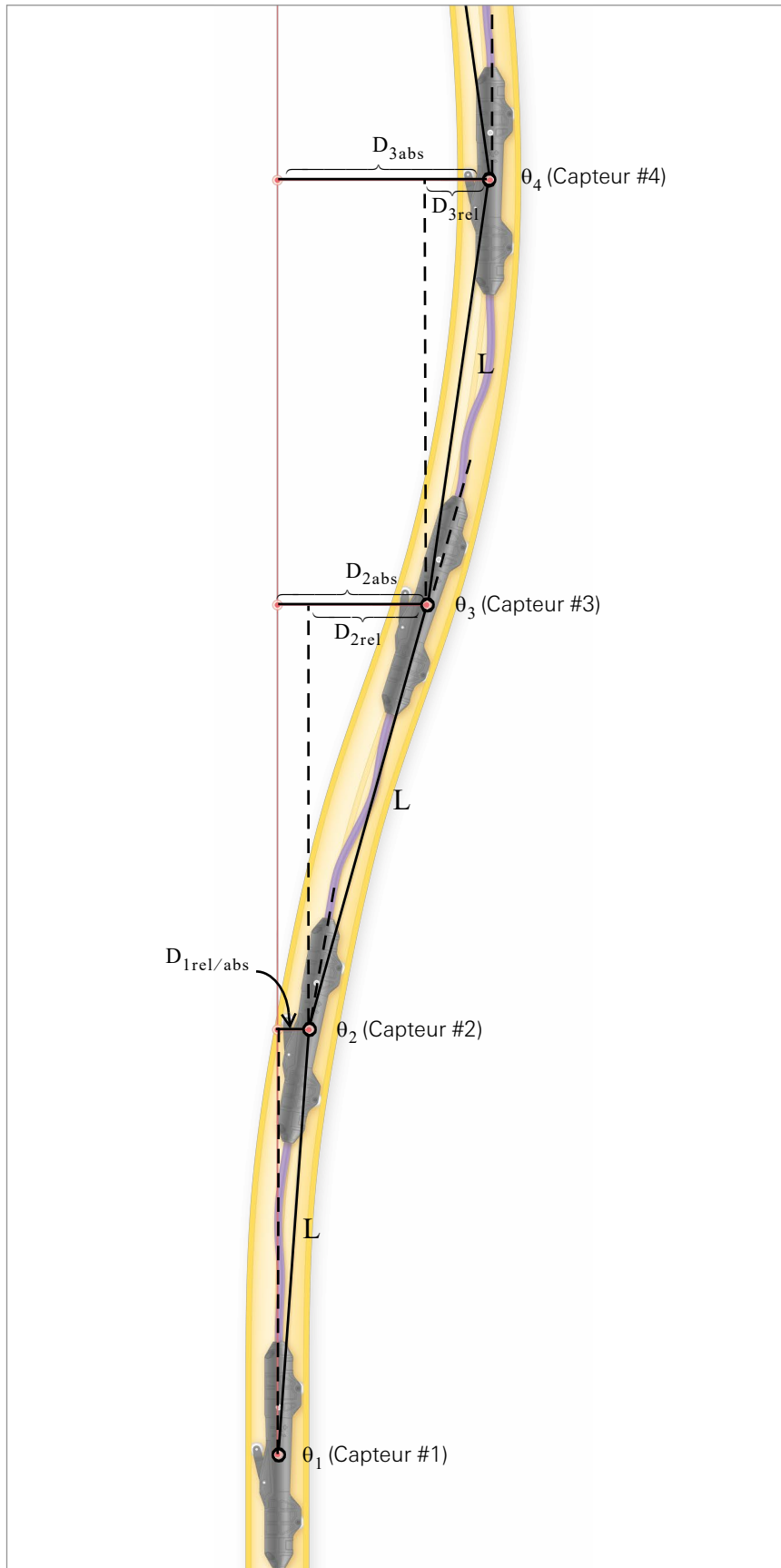
Le déplacement latéral absolu ( $D_{abs}$ ) à chaque point de mesure est calculé à l'aide de l'équation suivante:

$$D_{3abs} = L \sin\left(\frac{\theta_1 + \theta_2}{2}\right) + L \sin\left(\frac{\theta_2 + \theta_3}{2}\right) + L \sin\left(\frac{\theta_3 + \theta_4}{2}\right)$$

**OU**

$$D_{3abs} = D_{1rel} + D_{2rel} + D_{3rel}$$

**ÉQUATION 2:** *Déplacement latéral absolu*



**ILLUSTRATION 17:** Intervalles de déplacement

### **CALCUL SIMPLIFIÉ DU DÉPLACEMENT DU CAPTEUR LATÉRAL**

L'équation simplifiée de déplacement du capteur latéral peut être utilisée comme alternative à l'équation 1. Cette méthode introduira une petite quantité d'erreur.

Le déplacement latéral relatif ( $D_{rel}$ ) de chaque point de mesure est calculé à l'aide de l'équation suivante:

$$D_{1rel} = L \sin \theta_1$$

#### **ÉQUATION 3: Déplacement latéral relatif simplifié**

Où:

L = Longueur de la jauge (c'est-à-dire espacement des capteurs)

$\theta$  = Angle d'inclinaison du capteur, comme décrit ci-dessus

Le profil du forage est approximé en accumulant ces déplacements latéraux relatifs à chaque point de mesure, en commençant par le capteur inférieur. Consultez l'illustration 17 ci-dessus.

**Avec cette méthode, le capteur le plus haut de la chaîne est ignoré et n'est pas pris en compte dans l'équation.** Le déplacement latéral absolu ( $D_{abs}$ ) à chaque point de mesure est calculé à l'aide de l'équation suivante:

$$D_{3abs} = L \sin \theta_1 + L \sin \theta_2 + L \sin \theta_3$$

**OU**

$$D_{3abs} = D_{1rel} + D_{2rel} + D_{3rel}$$

#### **ÉQUATION 4: Déplacement latéral absolu simplifié**

### **5.3 EFFETS DE LA TEMPÉRATURE**

Dans une installation donnée, les effets de température peuvent provoquer de réels changements d'inclinaison; par conséquent, chaque capteur est équipé d'un dispositif de mesure de la température du capteur. Cela permet de distinguer les changements d'inclinaison induits par la température de ceux dus à d'autres sources.

Il est important de noter que les changements soudains de température entraîneront des changements physiques transitoires au niveau de la structure et du capteur, qui apparaîtront dans les lectures. La température du capteur doit toujours être enregistrée et des efforts doivent être faits pour obtenir des lectures lorsque l'instrument et la structure sont en équilibre thermique. Le meilleur moment pour cela est généralement en fin de soirée ou tôt le matin.

### **5.4 FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX**

Étant donné que le but de l'installation de l'inclinomètre est de surveiller les conditions du site, les facteurs susceptibles d'affecter ces conditions doivent être observés et enregistrés. Des effets apparemment mineurs peuvent avoir une influence réelle sur le comportement de la structure surveillée et peuvent donner une indication précoce de problèmes potentiels. Certains de ces facteurs comprennent, sans s'y limiter, les explosions, les précipitations, le niveau des marées ou des réservoirs, les niveaux et les séquences d'excavation et de remblayage, la circulation, les changements de température et les variations barométriques, les changements de personnel, les activités de construction à proximité, les changements saisonniers, etc.

## 6. DÉPANNAGE

---

L'entretien et le dépannage de la chaîne IPI verticale modèle 6140 se limitent à des contrôles périodiques des connexions de câbles. Les capteurs sont scellés et aucune pièce ne peut être réparée par l'utilisateur.

En cas de difficultés, consultez la liste des solutions possibles ci-dessous. Visitez le site [geokon.com/Technical-Support](http://geokon.com/Technical-Support) pour obtenir de l'aide à la résolution des problèmes.

### ***SYMPTÔME: LES LECTURES DU CAPTEUR D'INCLINAISON SONT INSTABLES OU NE PARVIENNENT PAS À ÊTRE LUES***

- Y a-t-il une source de bruit électrique à proximité? Les sources les plus probables de bruit électrique sont les moteurs, les générateurs et les antennes.
- Vérifiez toutes les connexions de câbles, les bornes et les fiches.
- Il se peut que de l'eau ait pénétré à l'intérieur du capteur d'inclinaison ou des connecteurs. Contactez GEOKON.

## ANNEXE A. CARACTÉRISTIQUES

### A.1 CHAÎNE DE CAPTEURS INCLINOMÉTRIQUES VERTICAUX EN PLACE MODÈLE 6140

Plage <sup>1</sup>	±90°
Résolution <sup>2</sup>	0,00025° (0,004 mm/m)
Précision <sup>3</sup>	±0,0075° (±0,13 mm/m)
Non-linéarité	±0,005° sur une plage de ±30° (±0,09 mm/m)
Incertitude dépendante de la température	±0,001°/°C sur une plage angulaire de ±5° (±0,016 mm/m) ±0,0016°/°C sur une plage angulaire de ±15° (±0,026 mm/m) ±0,0026°/°C sur une plage angulaire de ±30° (±0,042 mm/m)
Température de fonctionnement	-40 °C à 65 °C (-40 °F à 149 °F)
Tension d'alimentation	12 VDC (+0%/-10%)
Courant de fonctionnement <sup>4</sup>	20 mA ±1 mA en pointe 5 mA en moyenne
Courant de veille <sup>4</sup>	2,2 mA ±0.1 mA
Limites du capteur de l'enregistreur de données	Reportez-vous au manuel de l'enregistreur de données applicable
Longueur standard du capteur	0,5 m (2 pi)
Poids, capteur	0,39 kg (0,86 lb)
Poids, poids de la suspension	2,27 kg (5 lb)
Matériaux	Acier inoxydable 316, polymère technique
Interface	RS-485
Protocole	MODBUS
Débit en bauds	115.200 bps
Durée du cycle d'acquisition <sup>5</sup>	350 ms
Précision de la température	±0,5 °C
Protection contre les infiltrations	IP68 jusqu'à 3 MPa (300 m de hauteur d'eau)
Câble électrique	Quatre conducteurs, blindage en feuille, gaine en polyuréthane, diamètre nominal = 7,9 mm

**TABLERAU 9:** Caractéristiques de l'inclinomètre modèle 6140

<sup>1</sup> Plage calibrée : ±30°

<sup>2</sup> Intervalle de confiance de 99 % (c'est-à-dire que 99 lectures individuelles sur 100 se situent dans cette tolérance).

<sup>3</sup> Comprend la marche aléatoire (changements entre des lectures consécutives qui n'ont aucune cause discernable) et le bruit sismique pendant les tests.

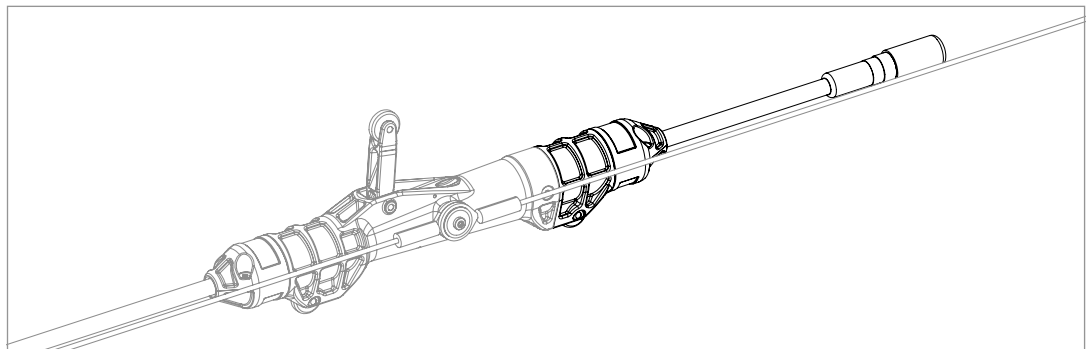
<sup>4</sup> Le courant de fonctionnement et de veille concerne chaque capteur individuel d'une chaîne.

<sup>5</sup> Le temps écoulé entre l'écriture d'un déclencheur et le moment où une nouvelle valeur est disponible pour la lecture.

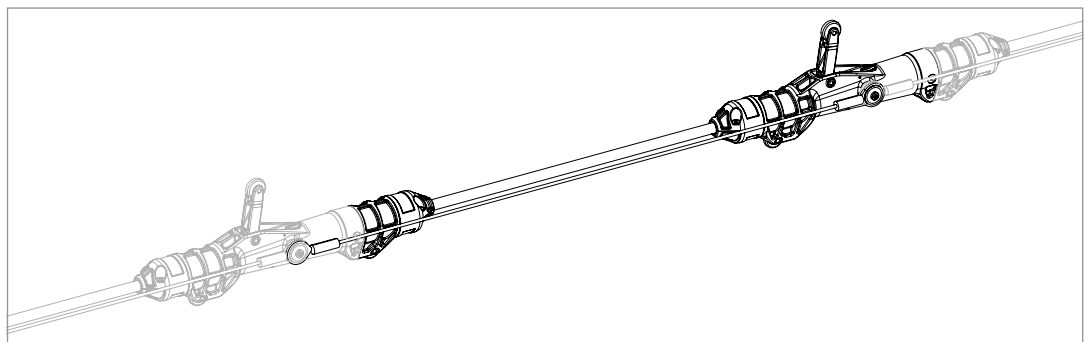
## A.2 LISTE DES PIÈCES

6140-1	Chaîne verticale IPI supérieure, avec connecteur de câble de lecture
6140-0.5M	Chaîne verticale IPI centrale, espacement de 0,5 m
6140-2FT	Chaîne verticale IPI centrale, espacement de 2 pieds
6140-2	Chaîne verticale IPI inférieure, avec connecteur de contrepoids
6140-5-1	Connecteur de chaîne verticale IPI vertical inférieure, espacement de 0,5 m, pour chaînes de >100 capteurs, 1 requis pour chaque 100 capteurs
6140-5-2	Connecteur de chaîne verticale IPI vertical inférieure, espacement de 2 pi, pour chaînes de >100 capteurs, 1 requis pour chaque 100 capteurs
6140-3-1	Câble de suspension, longueur <5 m
6140-3-2	Câble de suspension, longueur de 6 à 10 m
6140-3-3	Câble de suspension, longueur de 10 à 20 m
6140-4	Poids de suspension (deux inclus avec chaque chaîne)
6140-6	Support du capteur
6140-7-1	Câble d'attache pour 6140-REEL, espacement de 0,5 m
6140-7-2	Câble d'attache pour 6140-REEL, espacement de 2 pi
6140-HOIST	Palan d'installation/de retrait
6140-REEL-E	Enrouleur pour modèle 6140-HOIST, anglais
6140-REEL-M	Enrouleur pour modèle 6140-HOIST, métrique
6180-2	Support de suspension
6180-3-1	Câble de lecture, fils nus de longueur <15 m
6180-3-2	Câble de lecture, longueur de 16 à 30 m, fils nus
6180-3V	Câble de lecture, longueur >30 m, fils nus

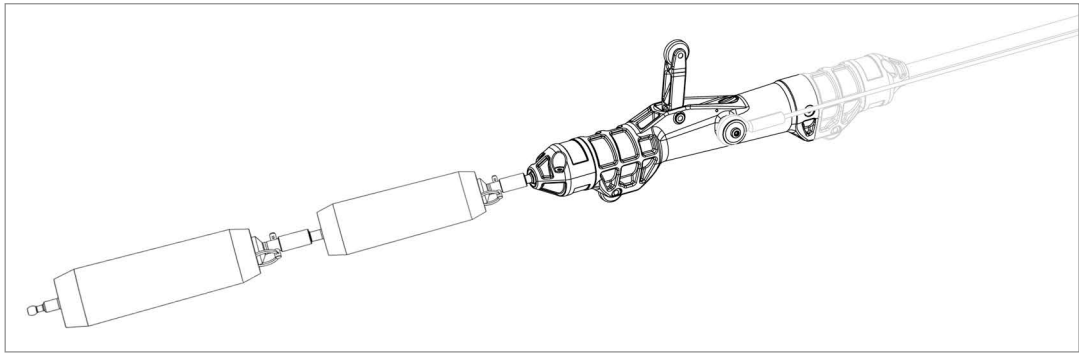
**TABLEAU 10:** Liste des pièces du modèle 6140



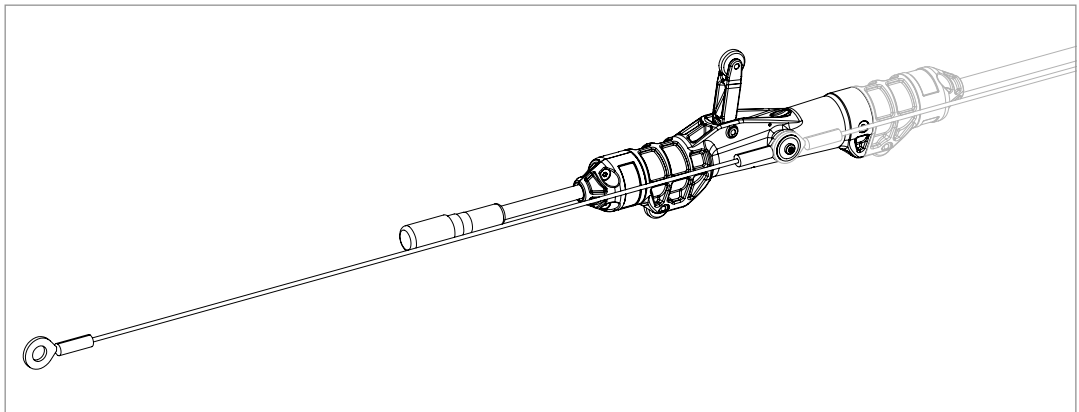
**ILLUSTRATION 18:** Chaîne verticale IPI supérieure modèle 6140-1, avec connecteur de câble de lecture



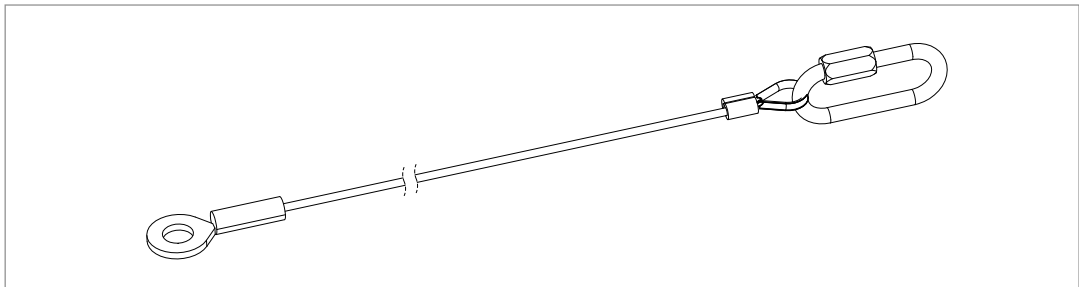
**ILLUSTRATION 19:** Chaîne verticale IPI centrale modèles 6140-0.5M/6140-2FT, espacement de 0,5 m/2 pi



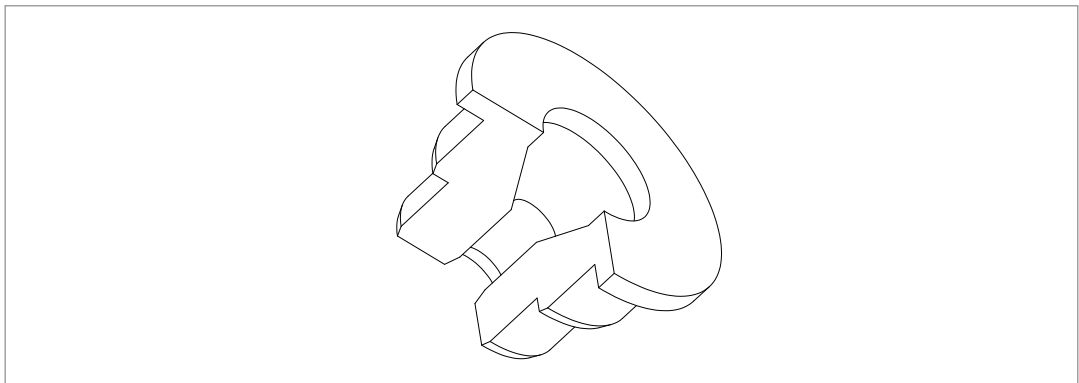
**ILLUSTRATION 20:** Chaîne verticale IPI inférieure modèle 6140-2, avec (2) poids de suspension modèle 6140-4 fixés



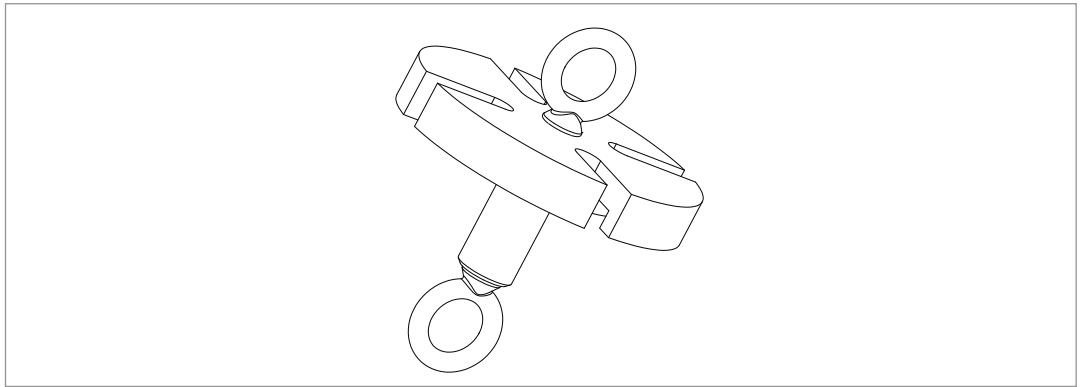
**ILLUSTRATION 21:** Connecteur de chaîne verticale IPI inférieure modèles 6140-5-1, -2, espacement de 0,5 m/2 pi, pour chaînes de >100 capteurs, 1 requis pour chaque 100 capteurs



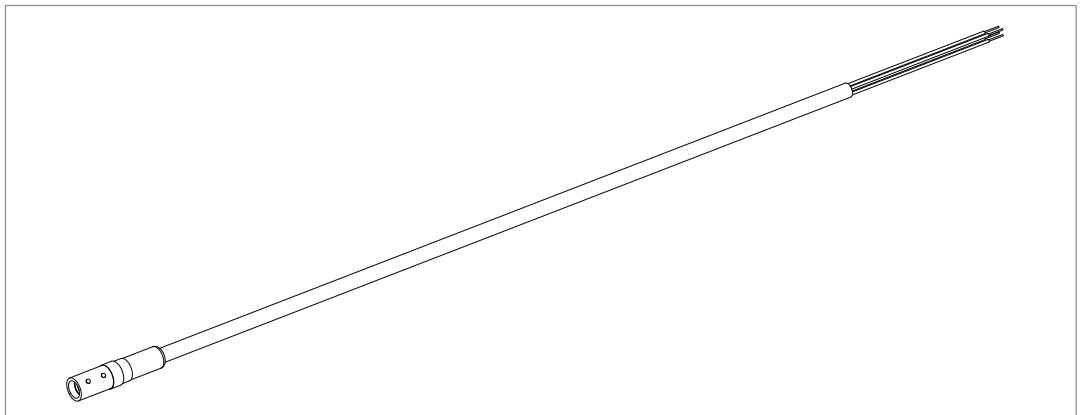
**ILLUSTRATION 22:** Câble de suspension modèle 6140-3-1, -2, -3



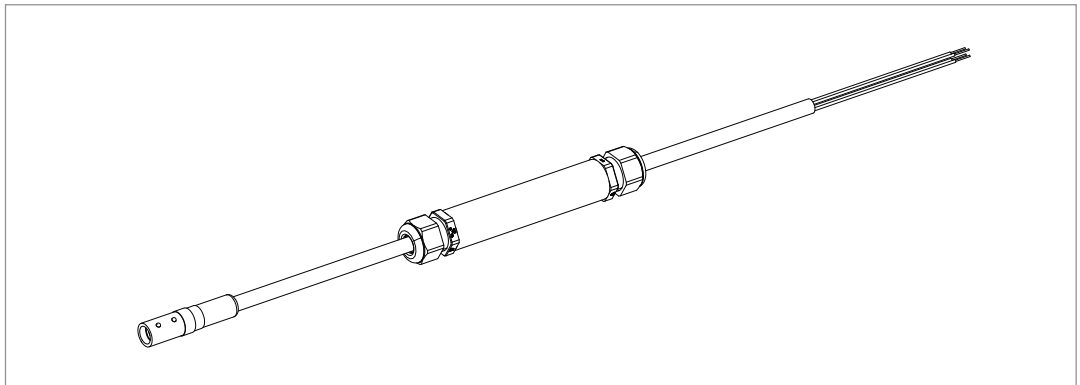
**ILLUSTRATION 23:** Support de capteur modèle 6140-6



**ILLUSTRATION 24:** Support de suspension modèle 6180-2



**ILLUSTRATION 25:** Câble de lecture supérieur/fils nus modèle 6180-3-1, -3-2, < 50 pi



**ILLUSTRATION 26:** Câble de lecture supérieur/fils nus modèle 6180-3V, > 100 pi

## ANNEXE B. DISPOSITION D'INSTALLATION TYPIQUE

### B.1 ASSEMBLAGE STANDARD DE CHAÎNE IPI VERTICALE MODÈLE 6140

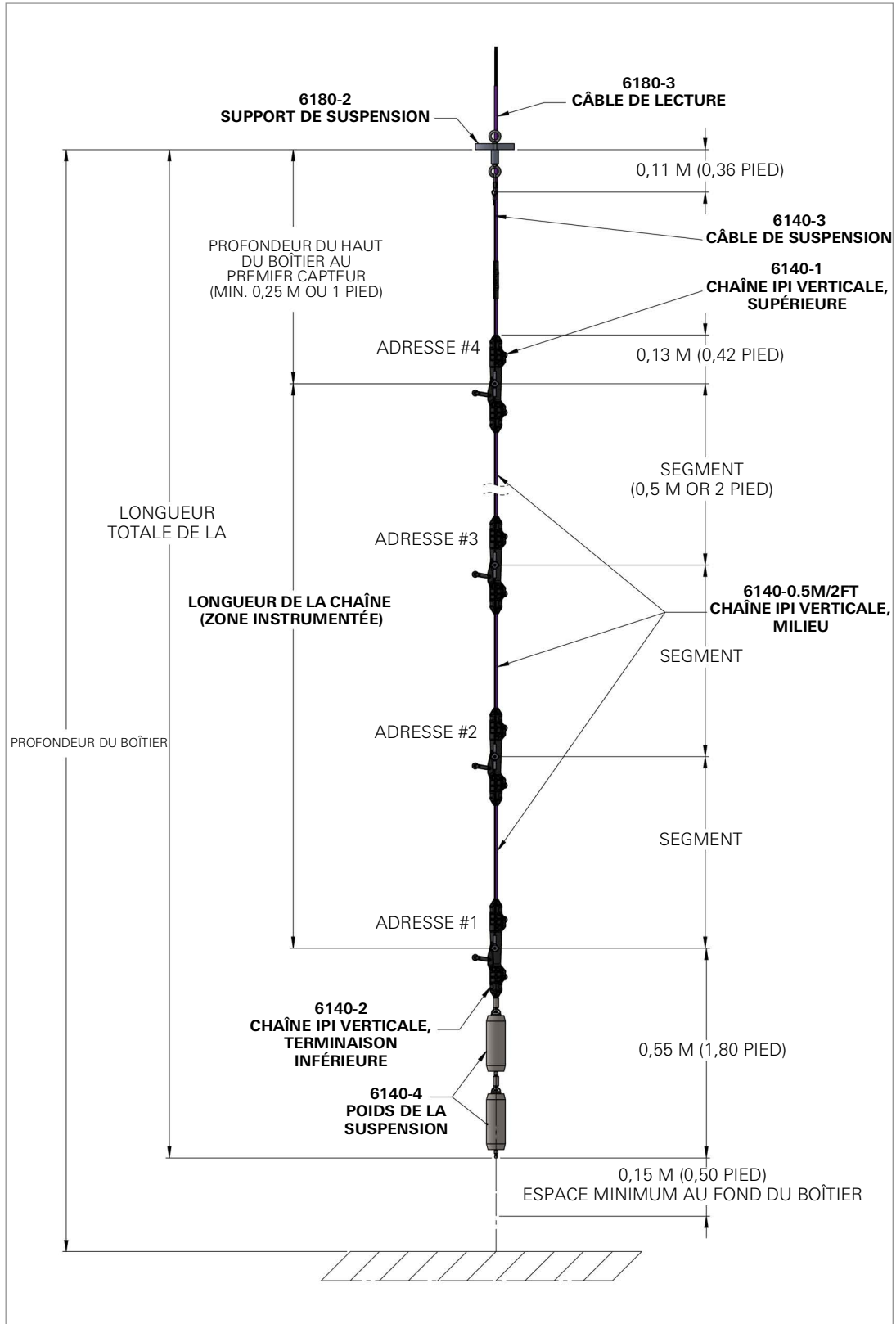
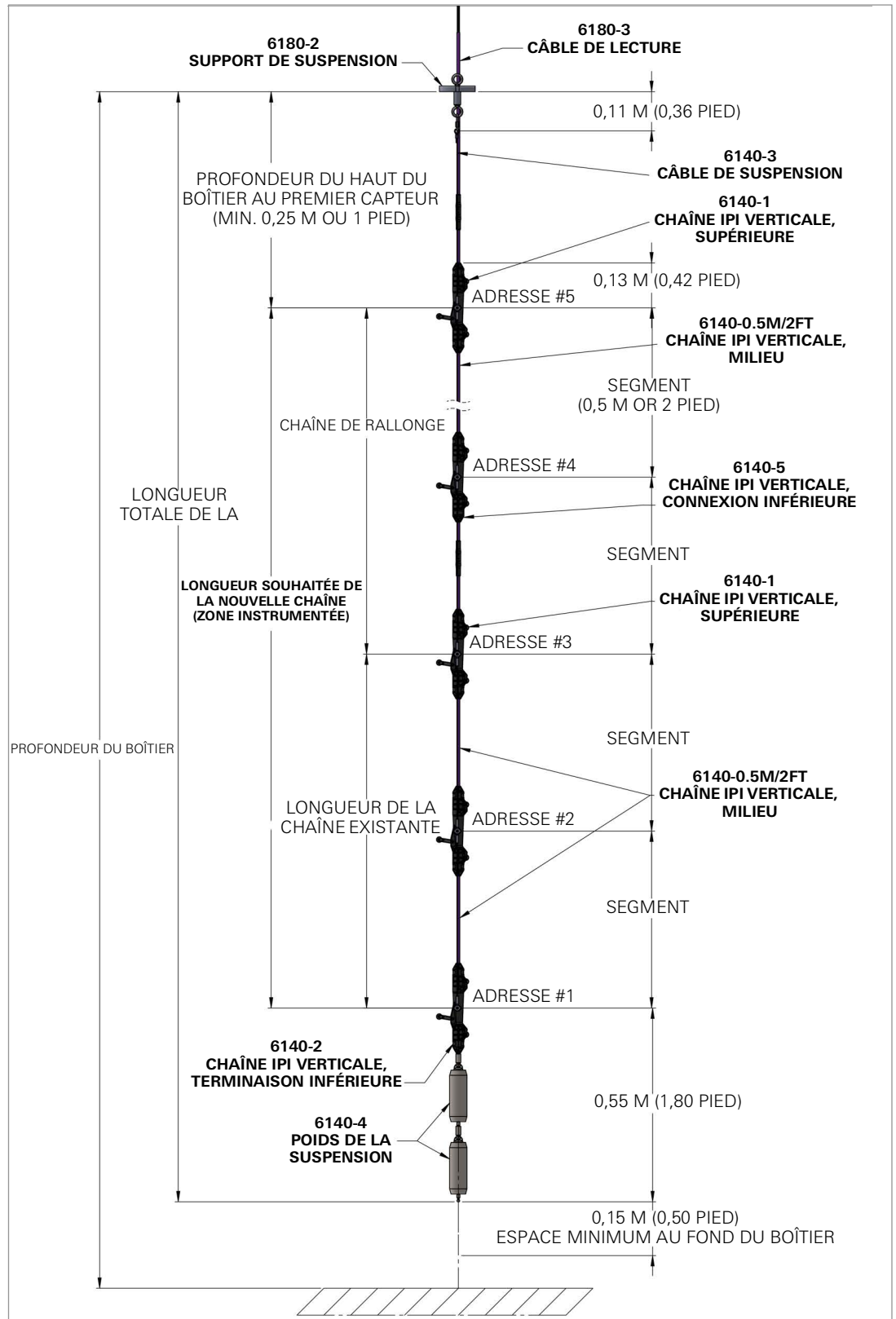


ILLUSTRATION 27: Diagramme d'assemblage standard (Chaîne de plus de 50 capteurs illustrée)

## B.2 ASSEMBLAGE DE RALLONGE DE CHAÎNE IPI VERTICALE MODÈLE 6140

Les chaînes peuvent être rallongées comme indiqué dans le diagramme ci-dessous. Pour plus d'informations, contactez GEOKON.



**ILLUSTRATION 28:** Diagramme d'assemblage de rallonge (Chaîne de plus de 50 capteurs illustrée)

## ANNEXE C. RAPPORTS D'ÉTALONNAGE TYPIQUES

**GEOKON®**

### Calibration Report

Model Number: S-6140-1-CAL

Calibration Date: December 20, 2023

Serial Number: 2330066 AAxisAngular

Temperature: 22.1 °C

Calibration Instruction: CI-MEMS PCBA (IPL\_TILT, Triaxial)

Technician: 

Reference Average (Angular Degrees)	Sensor Output (Angular Degrees)	Error (Angular Degrees)
-30.0010	-30.0014	-0.0003
-20.0004	-19.9986	0.0018
-14.9999	-15.0019	-0.0020
-10.0001	-9.9986	0.0015
-4.9996	-5.0011	-0.0016
0.0002	-0.0011	-0.0014
5.0000	5.0020	0.0020
9.9998	10.0015	0.0017
15.0003	14.9989	-0.0015
20.0005	20.0000	-0.0005
30.0005	30.0007	0.0002

The above instrument was found to be in tolerance in all operating ranges.  
The above named instrument has been calibrated by comparison with standards traceable to the NIST, in compliance with ANSI Z540-1.

This report shall not be reproduced except in full without written permission of Geokon.

**ILLUSTRATION 29:** Rapport d'étalonnage angulaire de l'axe A

**Calibration Report**Model Number: S-6140-1-CALCalibration Date: December 20, 2023Serial Number: 2330066 AAxisTemperatureTemperature: 21.2 °CCalibration Instruction: CI-MEMS PCBA (IPI\_TILT, Triaxial)Technician: *KilBallowance*

SetPoint (Degrees Celsius)	Sensor Output (Angular Degrees)	Error (Angular Degrees/Degree Celsius)
-35	0.1596	0.0000
-20	0.1586	0.0000
-5	0.1611	-0.0001
10	0.1588	0.0000
25	0.1594	0.0000
40	0.1632	0.0003
55	0.1565	-0.0001
70	0.1605	0.0000

The above instrument was found to be in tolerance in all operating ranges.  
The above named instrument has been calibrated by comparison with standards traceable to the NIST, in compliance with ANSI Z540-1.

This report shall not be reproduced except in full without written permission of Geokon.

**ILLUSTRATION 30:** Rapport d'étalonnage de la température de l'axe A

**Calibration Report**Model Number: S-6140-1-CALCalibration Date: December 20, 2023Serial Number: 2330066 BAxisAngularTemperature: 22.0 °CCalibration Instruction: CI-MEMS PCBA (IPI TILT, Triaxial)Technician: 

Reference Average (Angular Degrees)	Sensor Output (Angular Degrees)	Error (Angular Degrees)
-30.0010	-30.0008	0.0002
-20.0004	-20.0011	-0.0007
-14.9999	-15.0001	-0.0003
-10.0001	-9.9993	0.0007
-4.9996	-4.9984	0.0012
0.0002	-0.0004	-0.0006
5.0000	4.9996	-0.0004
9.9998	9.9987	-0.0012
15.0003	15.0012	0.0009
20.0005	20.0009	0.0004
30.0005	30.0003	-0.0002

The above instrument was found to be in tolerance in all operating ranges.  
The above named instrument has been calibrated by comparison with standards traceable to the NIST, in compliance with ANSI Z540-1.

This report shall not be reproduced except in full without written permission of Geokon.

**ILLUSTRATION 31:** Rapport d'étalonnage angulaire de l'axe B

## Calibration Report

Model Number: S-6140-1-CAL

Calibration Date: December 20, 2023

Serial Number: 2330066 BAxisTemperature

Temperature: 21.2 °C

Calibration Instruction: CI-MEMS PCBA (IPI\_TILT, Triaxial)

Technician:

*K. Bellavance*

SetPoint (Degrees Celsius)	Sensor Output (Angular Degrees)	Error (Angular Degrees/Degree Celsius)
-35	-0.3092	0.0000
-20	-0.3095	0.0000
-5	-0.3089	0.0000
10	-0.3089	0.0000
25	-0.3092	0.0000
40	-0.3082	0.0001
55	-0.3098	0.0000
70	-0.3091	0.0000

The above instrument was found to be in tolerance in all operating ranges.  
The above named instrument has been calibrated by comparison with standards traceable to the NIST, in compliance with ANSI Z540-1.

This report shall not be reproduced except in full without written permission of Geokon.

**ILLUSTRATION 32:** Rapport d'étalonnage de la température de l'axe B

## ANNEXE D. SYSTÈME ADRESSABLE MODBUS

---

### D.1 PARAMÈTRES DE COMMUNICATION MODBUS

Réglage du port	Valeur requise
Bits par seconde	115.200
Bits de données	8
Parité	Aucun
Bits d'arrêt	1

TABLEAU 11: Paramètres de communication Modbus

### D.2 CODES D'ERREUR

Nombre	Nom	Cause	Solution
2	Temperature Sensor Range	Température mesurée hors plage. La thermistance peut être trop chaude, trop froide, ou endommagée.	Utilisez des capteurs adjacents pour valider ou estimer la température.
4	Temperature Sensor Verify	Le capteur de température secondaire diffère trop du capteur primaire de haute précision.	Utilisez des capteurs adjacents pour valider ou estimer la température.
8	System Reset	Interruption inattendue du cycle de mesure antérieur.	Assurez-vous que la tension d'alimentation est suffisante.

TABLEAU 12: Codes d'erreur

**Remarque:** Le capteur stocke les erreurs sous forme de champ de bits pour compacter l'information. Si deux erreurs se produisent dans un cycle de mesure, le code résultant sera la somme des numéros d'erreur, par exemple, l'erreur 4 plus l'erreur 8 apparaissent comme le numéro 12.

## ANNEXE E. PROGRAMMATION CRBASIC

### E.1 EXEMPLE DE PROGRAMME CR1000

L'exemple de programme suivant permet de lire une chaîne de capteurs comportant trois capteurs biaxiaux. La chaîne de cet exemple communique avec le CR1000 via les ports de contrôle C1 et C2, qui sont configurés en tant que COM1. Un convertisseur RS-485 vers TTL est nécessaire.

```
Public ErrorCode           'Error Code sent back from ModBus Command
Public A_Axis_Degrees(3)   'A Axis Degree Output
Public B_Axis_Degrees(3)   'B Axis Degree Output
Public Celsius(3)          'Temperature Celsius
Public Count                'Counter to increment through sensors
```

'Define Data Tables

```
DataTable(Test,1,-1)
  Sample (3,A_Axis_Degrees()),IEEE4) 'Store Degree Reading for A Axis
  Sample (3,B_Axis_Degrees()),IEEE4) 'Store Degree Reading for B Axis
  Sample (3,Celsius()),IEEE4)        'Store Thermistor C Reading
EndTable
```

'Main Program

```
BeginProg
  'Open COMport with TTL communications at 115200 baud rate
  SerialOpen (Com1,115200,16,0,50)
  'Read 3 sensors in MEMS String every 10 seconds
  Scan (10,Sec,0,0)
  'Loop through addresses of connected String
  For Count = 1 To 3
    'Reset temporary storage for both Degrees and Temp so not to retain
    'previous reading
    A_Axis_Degrees(Count) = 0
    B_Axis_Degrees(Count) = 0
    Celsius(Count) = 0

    'Flush Serial between readings
    SerialFlush (Com1)

    'Write to register to begin reading MEMS String
    'NOTE: ModbusMaster won't send 0x118 unless "&H119" is 'entered

    ModbusMaster (ErrorCode,Com1,115200,Count,6,1,&H119,1,1,50,0)
    'Delay after write register
    Delay (1,1,Sec)

    'Use Modbus command to retrieve A Axis and B Axis Degree Readings
    ModbusMaster (ErrorCode,Com1,115200,Count,3,A_Axis_Degrees(Count),&H101,1,1,50,0)
    ModbusMaster (ErrorCode,Com1,115200,Count,3,B_Axis_Degrees(Count),&H103,1,1,50,0)

    'Use Modbus command to retrieve Thermistor Celsius from string
    ModbusMaster (ErrorCode,Com1,115200,Count,3,Celsius(Count),&H107,1,1,50,0)

    'Delay before proceeding to next reading
    Delay (1,1,Sec)
  Next
  'Call Table to store Data
  CallTable Test
NextScan
EndProg
```

### E.2 EXEMPLE DE PROGRAMME CR6

L'exemple de programme suivant lit une chaîne de capteurs avec trois capteurs adressables. La chaîne de cet exemple communique avec le CR6 via les ports de contrôle C1 et C2, qui sont configurés en tant que ComC1. Le CR6 est doté d'une capacité RS 485 intégrée, de sorte qu'aucun convertisseur RS-485 vers TTL n'est nécessaire.

```
Public ErrorCode           'Error Code sent back from ModBus Command
Public A_Axis_Degrees(3)   'A Axis Degree Output
Public B_Axis_Degrees(3)   'B Axis Degree Output
Public Celsius(3)          'Temperature Celsius
Public Count                'Counter to increment through sensors
```

```

'Define Data Tables
DataTable(Test,1,-1)
  Sample
  (3,A_Axis_Degrees()),IEEE4      'Store Degree Reading for A Axis
  Sample
  (3,B_Axis_Degrees()),IEEE4      'Store Degree Reading for B Axis
  Sample (3,Celsius()),IEEE4      'Store Thermistor C Reading
EndTable

'Main Program
BeginProg
  'Open COMport with RS-485 communications at 115200 baud rate
  SerialOpen (ComC1,115200,16,0,50,3)
  'Read 3 sensors in MEMS String every 10 seconds
  Scan (10,Sec,0,0)
  'Loop through addresses of connected String
  For Count = 1 To 3
    'Reset temporary storage for both Degrees and Temp so not to retain
    'previous reading
    A_Axis_Degrees(Count) = 0
    B_Axis_Degrees(Count) = 0
    Celsius(Count) = 0

    'Flush Serial between readings
    SerialFlush (ComC1)

    'Write to register 0x118 to trigger string
    'NOTE: ModbusMaster won't send 0x118 unless "&H119" is entered
    ModbusMaster (ErrorCode,ComC1,115200,Count,6,1,&H119,1,1,10,0)
    'Delay after write register
    Delay (1,1,Sec)

    'Use Modbus command to retrieve A Axis and B Axis Degree Readings
    ModbusMaster (ErrorCode,ComC1,115200,Count,3,A_Axis_Degrees(Count),&H101,1,1,10,0)
    ModbusMaster (ErrorCode,ComC1,115200,Count,3,B_Axis_Degrees(Count),&H103,1,1,10,0)

    'Use Modbus command to retrieve Thermistor Celsius from string
    ModbusMaster (ErrorCode,ComC1,115200,Count,3,Celsius(Count),&H107,1,1,10,0)

    'Delay before proceeding to next reading
    Delay (1,1,Sec)
  Next
  'Call Table to store Data
  CallTable Test
NextScan
EndProg

```

## **ANNEXE F.      SYSTÈME DE PALAN D'INSTALLATION/DE RETRAIT**

Les Chaînes D'inclinomètres Verticaux En Place Modèle 6140 de plus de 50 capteurs peuvent devenir lourdes lorsqu'elles sont descendues dans le boîtier. Outre les conditions du boîtier et du site, ce poids peut augmenter la difficulté d'installation et le risque d'endommagement du capteur en raison d'une mauvaise manipulation. Le modèle 6140-HOIST est conçu pour faciliter l'installation ou le retrait d'une chaîne. Peu importe le tubage ou les conditions du site, le système de palan est requis pour les chaînes de plus de 50 capteurs.

Le palan se compose d'un système de poulie, d'un câble de support enroulé sur un enrouleur, d'un jeu d'adaptateurs de douille à utiliser avec une perceuse fournie par le client et d'une poignée pour une utilisation manuelle en option. Des points de fixation pour le palan (marqués d'une étiquette jaune) sont installés sur les capteurs aux intervalles nécessaires en usine.

La quantité de enrouleurs de câble de support nécessaires dépendra de la longueur de la chaîne. Une fois que la chaîne dépasse 100 capteurs, des bobines supplémentaires sont généralement nécessaires pour chaque ensemble de 50 capteurs suivants (jusqu'à 100 capteurs = 1 enrouleur, 150 capteurs = 2 enrouleurs, 200 capteurs = 3 enrouleurs, etc.). Le câble de support est généralement fixé après l'installation des 50 premiers capteurs dans le boîtier. À ce stade, le câble de support est utilisé avec le palan pour soutenir les 50 capteurs suivants.



**ILLUSTRATION 33:** Palan d'installation/retrait modèle 6140-HOIST

## F.1 INSTALLATION D'UNE CHAÎNE À L'AIDE DU SYSTÈME DE PALAN

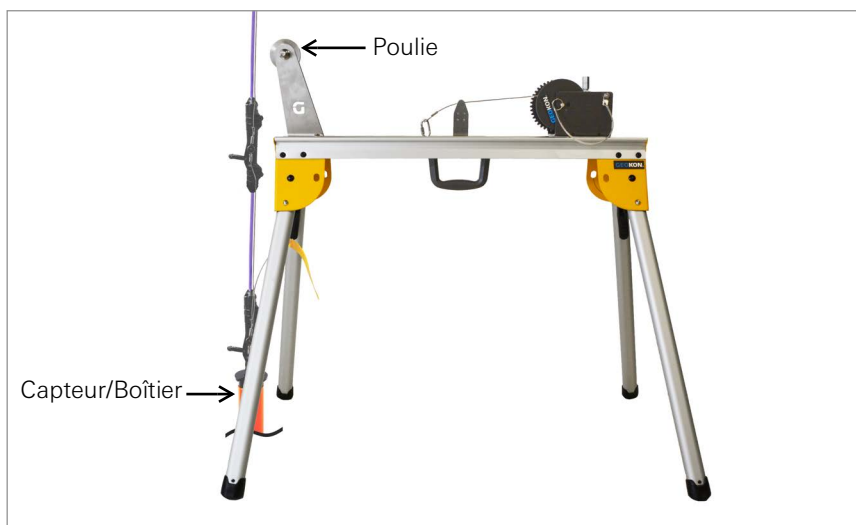
1. Installez la corde comme indiqué à la section 2.5 jusqu'à ce que le premier point d'attache, identifié par une étiquette jaune, soit atteint.
2. Insérez le support du capteur dans le boîtier, puis insérez le capteur marqué d'une étiquette dans le support.

**Remarque:** Toutes les autres étapes d'installation (connexion du câble du capteur, connexion du câble d'aéronef, etc.) doivent être effectuées en conjonction avec le processus du système de palan.



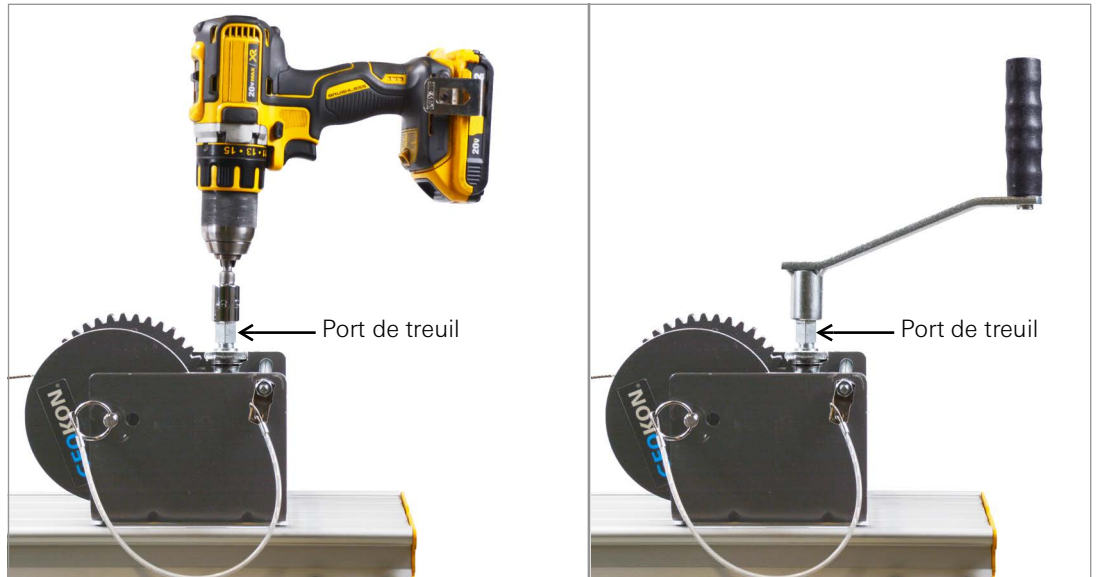
**ILLUSTRATION 34:** Point de fixation du capteur marqué

3. Sur le cadre du palan, appuyez sur le levier de verrouillage des pieds et dépliez les pieds jusqu'à ce qu'ils se verrouillent en place.
4. Positionnez le cadre du palan de manière à ce que la poulie soit directement au-dessus du boîtier.



**ILLUSTRATION 35:** Cadre modèle 6140-HOIST

5. Installez la douille/l'adaptateur (utilisé avec une perceuse fournie par le client) ou la poignée manuelle sur le port du treuil (illustration 36).

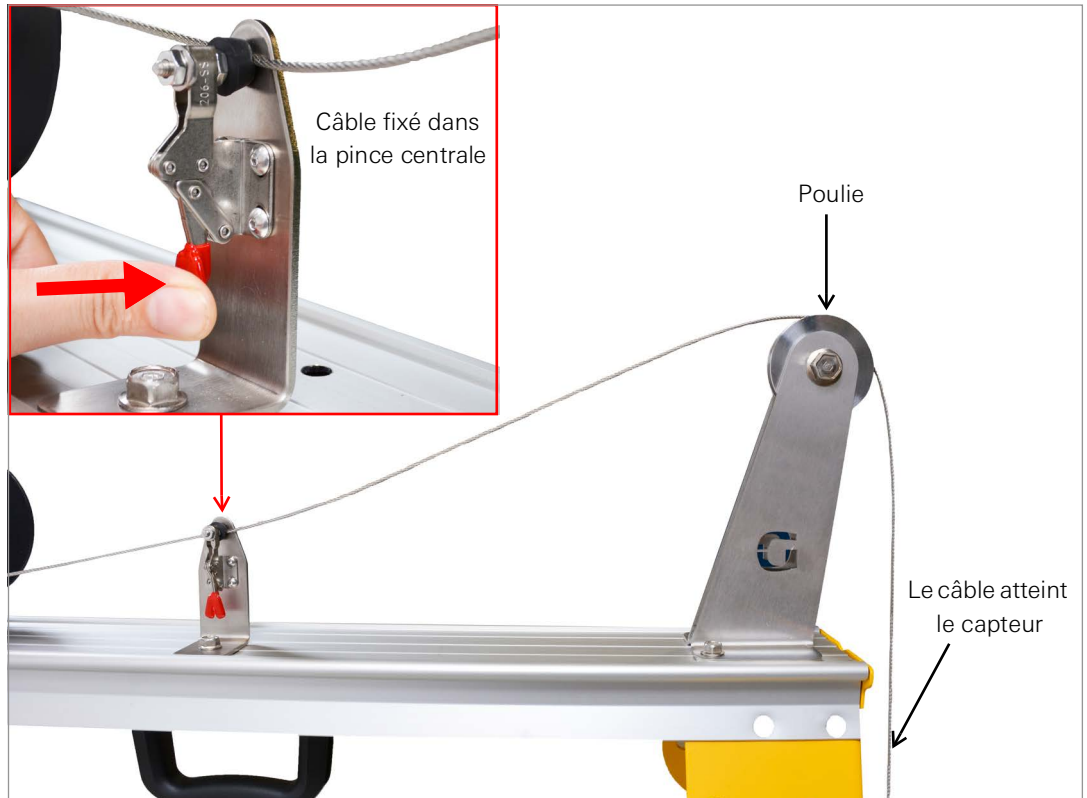


**ILLUSTRATION 36:** Perceuse (à gauche) ou poignée manuelle (à droite) installée sur le port du treuil

6. Tournez le port du treuil dans le sens inverse des aiguilles d'une montre pour dérouler une longueur de câble de soutien de l'enrouleur, suffisante pour guider le câble par-dessus la poulie et jusqu'au capteur marqué d'une étiquette.

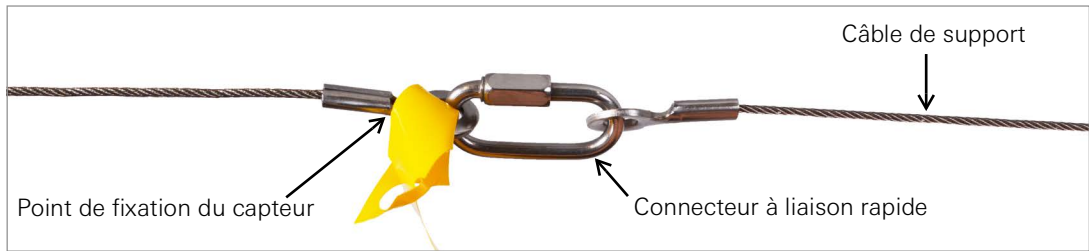
**Important! Maintenez la tension sur le câble pour éviter qu'il ne se défasse au niveau de l'enrouleur.**

7. Verrouillez le câble en place avec la pince centrale pour maintenir la tension sur l'enrouleur.



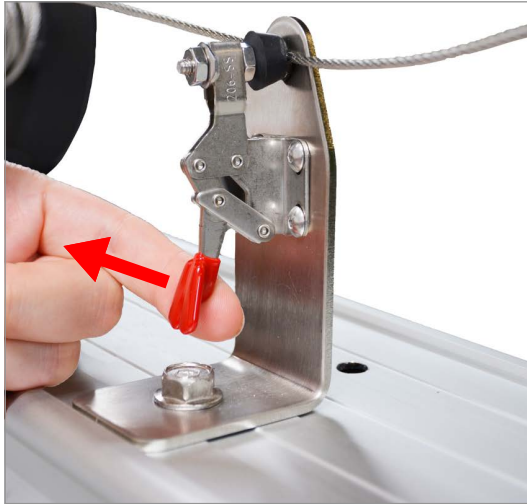
**ILLUSTRATION 37:** Câble de support aligné sur la poulie et fixé dans la pince centrale

- Connectez le câble au point de fixation du capteur à l'aide du connecteur à liaison rapide.



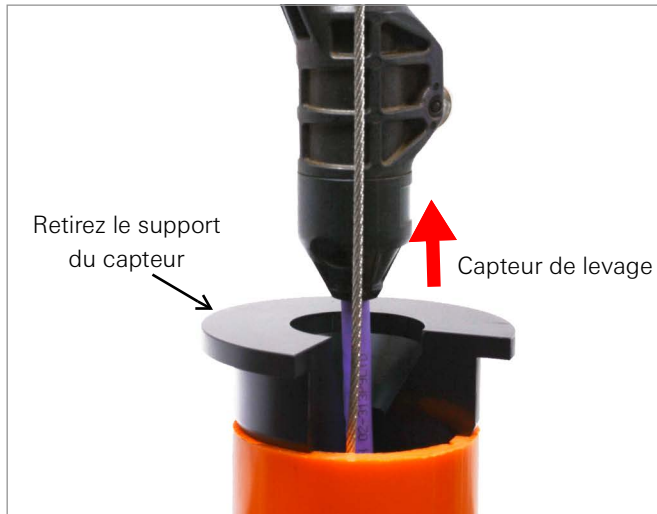
**ILLUSTRATION 38:** Câble de support fixé au point de fixation avec connecteur à liaison rapide

- Relâchez la pince centrale.



**ILLUSTRATION 39:** Relâchez la pince centrale

- Faites tourner le port du treuil dans le sens des aiguilles d'une montre pour soulever légèrement le capteur et retirer le support du capteur.



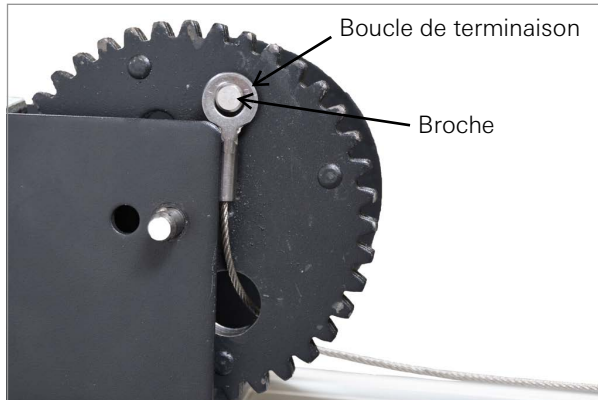
**ILLUSTRATION 40:** Capteur soulevé du support de capteur

- Faites tourner le port du treuil dans le sens inverse des aiguilles d'une montre pour abaisser la chaîne dans le boîtier. Pendant l'abaissement, continuez à positionner et à installer les capteurs comme décrit dans la section 2.5.

**Si aucun enrouleur de câble de support supplémentaire n'est requis, passez à l'étape 13.**

12. Lorsque le prochain capteur marqué est atteint:

- a. Insérez le support du capteur dans le boîtier, puis insérez le capteur marqué d'une étiquette dans le support.
- b. Faites tourner l'enrouleur de sorte que la goupille de boucle de terminaison soit visible comme indiqué dans l'illustration 41 et retirez la boucle de terminaison de la goupille à l'extérieur de l'enrouleur.



**ILLUSTRATION 41:** Retirez la boucle de terminaison

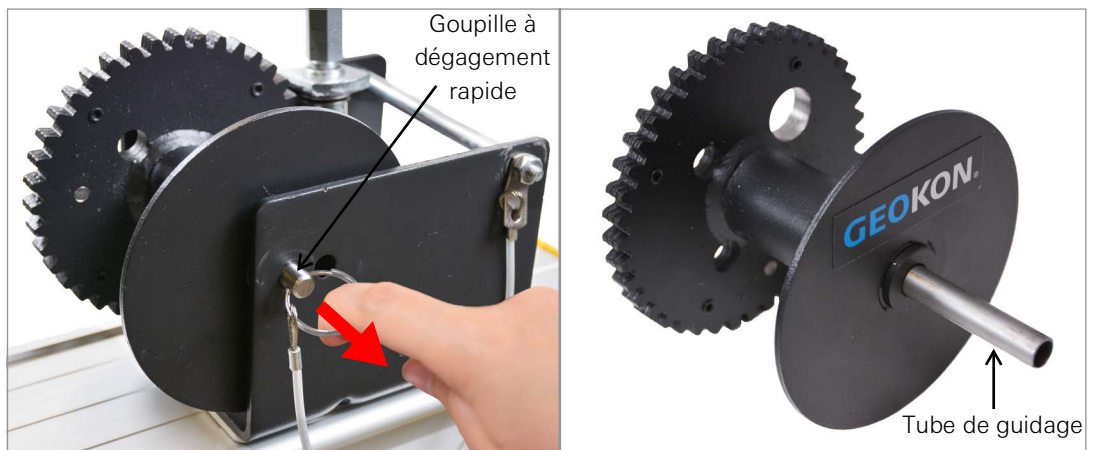
- c. Posez l'excédent de câble de soutien le long de la chaîne et fixez-le au câble du capteur à l'aide de colliers de serrage, juste au-dessus du capteur le plus éloigné qu'il puisse atteindre.

**Important! Ne coupez pas la boucle de terminaison du câble de support. Ne jetez pas l'enrouleur. Ceux-ci faciliteront le retrait de la chaîne si nécessaire (consultez la section F.2).**



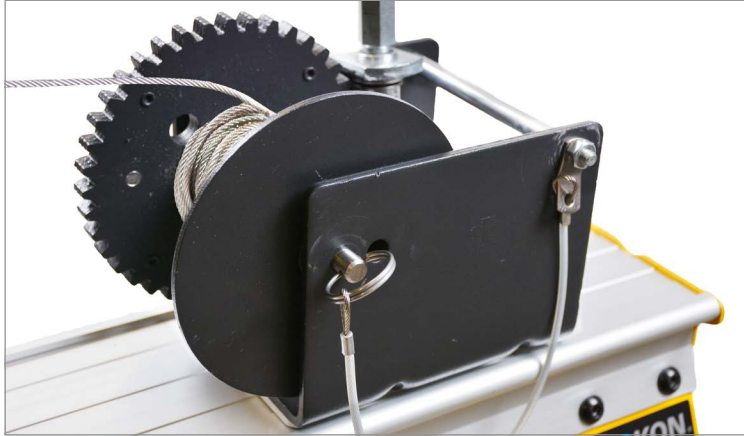
**ILLUSTRATION 42:** Fixez le câble de support à la chaîne

- d. Retirez la goupille de dégagement rapide du treuil et retirez l'enrouleur vide. Retirez le tube de guidage de l'enrouleur et **placez-le à l'intérieur d'un nouvel enrouleur.**



**ILLUSTRATION 43:** Retirez l'enrouleur vide et le tube de guidage

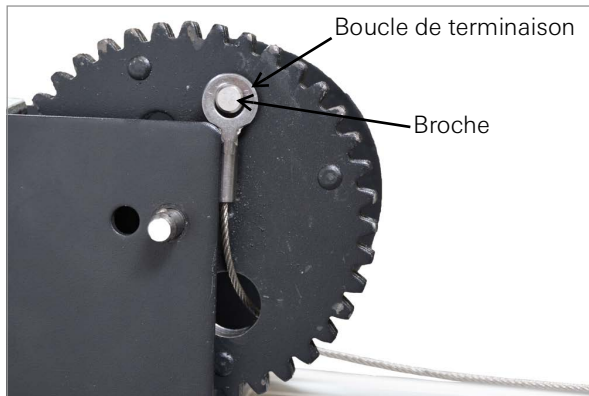
- e. Installez le nouvel enrouleur sur le palan, avec le câble suspendu au-dessus du **côté supérieur**. Fixez-le en place avec la goupille à dégagement rapide (illustration 44).



**ILLUSTRATION 44:** Installez un nouvel enrouleur à l'aide de la goupille à dégagement rapide

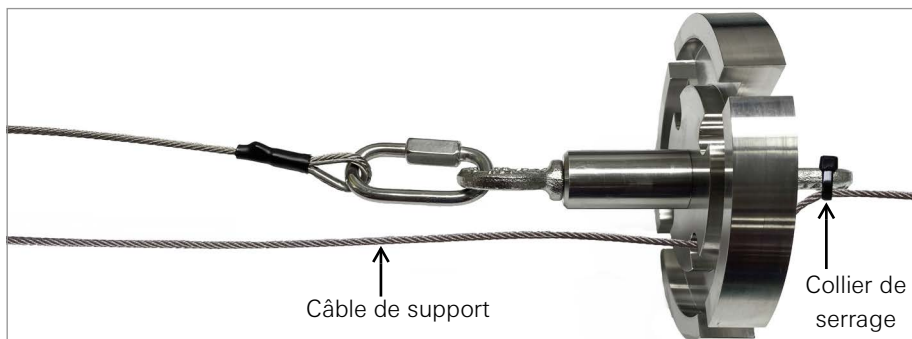
- f. Répétez la procédure à partir de l'étape 6 pour chaque section de chaîne supplémentaire.
13. Lorsque le prochain capteur marqué est atteint, insérez le support du capteur dans le boîtier, puis insérez le capteur supérieur dans le support.
14. Faites tourner l'enrouleur de sorte que la goupille de boucle de terminaison soit visible comme indiqué dans l'illustration 46 et retirez la boucle de terminaison du câble de support de la goupille à l'extérieur de l'enrouleur. Il y aura un excès de câble en haut de la chaîne.

**Important! Ne coupez pas la boucle de terminaison du câble de support. Ne jetez pas l'enrouleur. Ceux-ci faciliteront le retrait de la chaîne si nécessaire (consultez la section F.2).**



**ILLUSTRATION 45:** Retirez la boucle de terminaison

15. Fixez le câble de support au support de suspension à l'aide de serre-câbles.



**ILLUSTRATION 46:** Fixez l'extrémité de terminaison au support de suspension

16. Terminez l'installation comme décrit à la section 2.5.

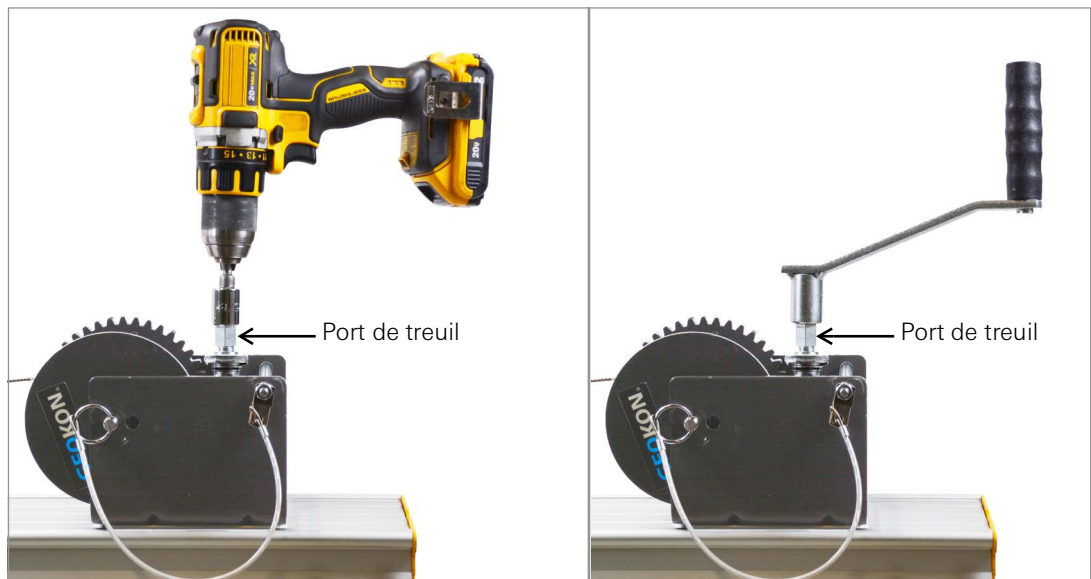
## F.2 RETRAIT D'UNE CHAÎNE À L'AIDE DU SYSTÈME DE PALAN

1. Sur le cadre du palan, appuyez sur le levier de verrouillage des pieds et dépliez les pieds jusqu'à ce qu'ils se verrouillent en place.
2. Positionnez le cadre du palan de manière à ce que la poulie soit directement au-dessus du boîtier.
3. Si ce n'est pas déjà fait, installez un enrouleur vide sur le cadre du palan. Insérez le tube de guidage dans l'enrouleur et fixez-le au palan avec la goupille à dégagement rapide.



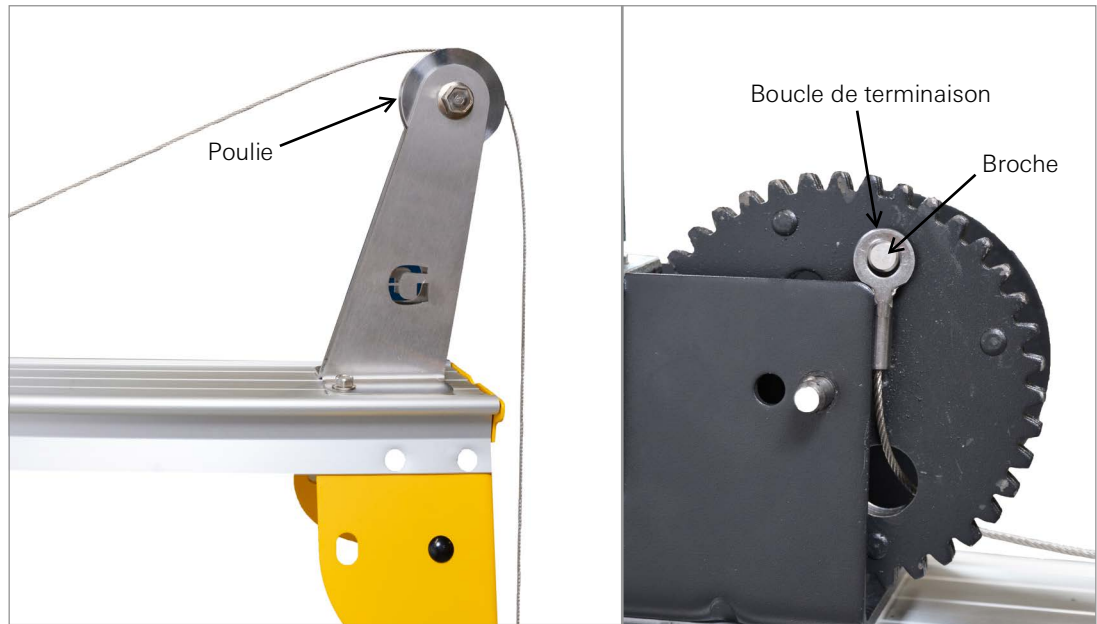
**ILLUSTRATION 47:** Installez un enrouleur vide avec la goupille à dégagement rapide

4. Installez la douille/l'adaptateur (utilisé avec une perceuse fournie par le client) ou la poignée manuelle sur le port de treuil du cadre du palan.



**ILLUSTRATION 48:** Perceuse (à gauche) ou poignée manuelle (à droite) installée sur le port de treuil

5. Coupez les attaches de fil qui fixent le câble de support au support de suspension ou au câble du capteur.
6. Faites tourner l'enrouleur de sorte que la goupille de boucle de terminaison soit visible comme indiqué dans l'illustration 49. Faites passer le câble de support sur la poulie et insérez la boucle d'extrémité du câble de support dans la fente de l'enrouleur et sur la goupille à l'extérieur.



**ILLUSTRATION 49:** Câble de support sur poulie (à gauche) et boucle de terminaison installée sur enrouleur vide (à droite)

7. Faites tourner le port du treuil dans le sens des aiguilles d'une montre pour soulever légèrement la chaîne. Retirez le support de suspension ou du capteur du boîtier.
8. Continuez à faire tourner le port du treuil dans le sens des aiguilles d'une montre pour soulever la chaîne du boîtier, en guidant soigneusement les capteurs vers l'extérieur.
9. Lorsque le premier capteur marqué est atteint, insérez le support du capteur dans le boîtier, puis insérez le capteur dans le support.



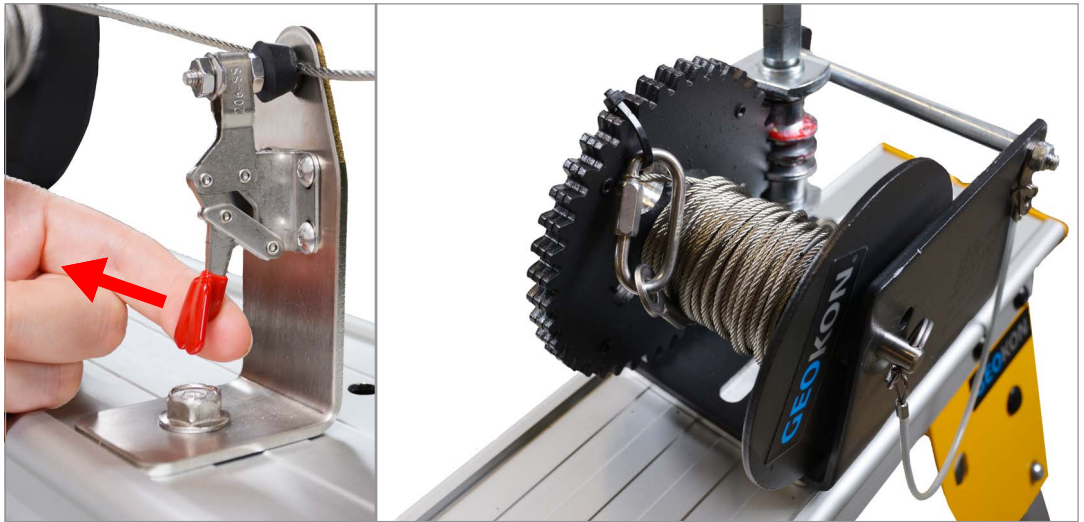
**ILLUSTRATION 50:** Point de fixation du capteur marqué

10. Verrouillez le câble en place à l'aide de la pince centrale afin de maintenir la tension et d'éviter qu'il ne s'effiloche au niveau de l'enrouleur.



**ILLUSTRATION 51:** Câble de support fixé dans la pince centrale

11. Débranchez le câble de support du point de fixation du capteur.
12. Relâchez la pince centrale. Fixez le câble de support à l'enrouleur.



**ILLUSTRATION 52:** Relâchez la pince centrale (à gauche) et fixez le câble de support à l'enrouleur (à droite)

13. S'il y a plus de sections de câbles de support installées, retirez l'enrouleur complet et répétez la procédure à partir de l'étape 3.
14. Une fois tous les câbles de support déconnectés, retirez le reste de la chaîne à la main.

## ANNEXE G. RÉGLAGE DU CÂBLE DE SUSPENSION

Le câble de suspension modèle 6140-3 est expédié entièrement assemblé à la longueur spécifiée. La longueur du câble peut être raccourcie si nécessaire en suivant les instructions de cette section.

### G.1 CONNEXION DU SUPPORT DE SUSPENSION

Pour s'assurer que la chaîne est installée à la bonne profondeur, additionnez la longueur entre le bas du poids et l'extrémité du capteur supérieur et soustrayez cette valeur de la profondeur souhaitée pour la chaîne (mesurée entre le haut du boîtier et le bas de la chaîne); la valeur résultante est la longueur du câble de suspension.

**Remarque:** GEOKON suggère de suspendre la chaîne de capteurs à au moins 150 mm (6 pouces) au-dessus du fond du boîtier, pour tenir compte des débris et des tassements.

1. Mesurez le câble de suspension à la longueur calculée, moins 4,5 pouces pour tenir compte de la pince de connexion et du support de suspension.
2. Formez une boucle à l'emplacement mesuré. Fixez légèrement avec l'un des serre-câbles fournis. Ne serrez pas complètement à ce stade.



**ILLUSTRATION 53:** Boucle et pince

3. Placez la cosse fournie dans la boucle. Serrez le câble de suspension sur la cosse en faisant glisser le serre-câble sur la cosse.



**ILLUSTRATION 54:** Insérez et serrez la cosse dans la boucle

4. Connectez le câble d'aéronef au boulon à œil situé au bas du support de suspension à l'aide du connecteur à liaison rapide.



**ILLUSTRATION 55:** Câble de suspension installé avec connecteur à liaison rapide

5. Ajustez le câble de suspension selon vos besoins afin que la distance entre l'épaulement encastré du support de suspension et la pointe du capteur supérieur soit égale à la longueur du câble de suspension calculée. Fixez complètement le serre-câble à un couple de serrage d'environ 4,5 pi-lb.
6. Fixez un deuxième serre-câble à environ 3 pouces du premier serre-câble, en serrant complètement selon les spécifications de couple ci-dessus.



**ILLUSTRATION 56:** *Assemblage final du câble ajusté*

7. Fixez l'extrémité libre du câble de suspension à la longueur principale avec du ruban adhésif.

**GEOKON®**

GEOKON  
48 Spencer Street  
Lebanon, New Hampshire  
03766, USA

Téléphone: +1 (603) 448-1562  
Courriel: [teamsales@geokon.com](mailto:teamsales@geokon.com)  
Site Web: [www.geokon.com](http://www.geokon.com)

GEOKON  
est une entreprise enregistrée  
sous **ISO 9001:2015**