

Caractéristiques

- Mesure de la teneur en eau volumétrique du sol à deux électrodes (**HD3910.1**) ou à trois électrodes (**HD3910.2**) pour des volumes faibles
- Mesure de la température du terrain
- Plusieurs sorties disponibles (selon le modèle): numérique RS485 avec protocole MODBUS-RTU, numérique SDI-12 ou analogique en tension
- Mesure précise et stable dans le temps
- Indice de protection IP 67
- Invasivité minimale dans le terrain
- Facile à installer

Applications

- Agriculture
- Hydrologie
- Géologie

Description

Les sondes **HD3910.1** (à deux électrodes) et **HD3910.2** (à trois électrodes) mesurent la teneur en eau volumétrique (VWC – Volumetric Water Content) du terrain en utilisant le principe de mesure capacitive qui permet de faire des mesures rapides en champs et avec une invasivité minimale.

La sonde à trois électrodes **HD3910.2** est particulièrement appropriée pour la mesure dans des petits volumes, par exemple dans des cultures en pots.

La carte électronique est protégée à l'intérieur par un conteneur étanche en plastique et scellé avec de la résine époxy qui permet d'effectuer des mesures fiables aussi dans des conditions environnementales difficiles.

La version avec sortie numérique **RS485** avec protocole **MODBUS-RTU** permet d'utiliser des câbles de connexion très longs. On peut la connecter aux enregistreurs de données HD32MT.1 et HD32MT.3 ou à un autre enregistreur avec entrée RS485 MODBUS-RTU.

La version avec sortie numérique **SDI-12** est compatible avec la version 1.3 du protocole et on peut la connecter à l'enregistreur de données HD32MT.3 ou à un autre enregistreur avec entrée SDI-12.

La version avec sortie analogique dispose de deux sorties en tension 0,5...3 V standard: une pour la teneur en eau volumétrique et une pour la température. Sur demande, sorties 0...2,5 V, 0...5 V ou 0...10 V.

Les sondes sont équipées d'un câble fixe, longueur 5 ou 10 m standard terminé avec fils libres.

Teneur en eau volumétrique

Le terrain humide est composé par une partie solide (minéraux), une partie liquide (généralement de l'eau) et une partie gazeuse (air, vapeur d'eau).

La teneur en eau volumétrique (VWC) est définie comme le rapport entre le volume occupé par l'eau (V_w) à une certaine portion du terrain et le volume total de la portion de terrain (V):

$$VWC = \frac{V_w}{V}$$

Il peut également être exprimé en pourcentage (% VWC) du volume d'eau dans le volume total.

La teneur en eau volumétrique est un paramètre utilisé en hydrologie pour l'étude des propriétés hydrauliques du sol, et dans l'agriculture afin de déterminer la nécessité d'irriguer les cultures.



Caractéristiques techniques

Teneur en eau volumétrique	
Principe de mesure	Capacitif
Plage de mesure	0...60% VWC
Résolution	0,1%
Précision (@ 23 °C)	± 3 % entre 0 et 50% VWC (sol minéral standard, EC < 5 mS/cm)
Volume de mesure	Ø= 60 mm x H=150 mm pour la sonde à 2 électrodes Ø= 40 mm x H=110 mm pour la sonde à 3 électrodes
Température de travail du capteur	-40...+60 °C
Température	
Capteur	NTC 10 kΩ @ 25 °C
Plage de mesure	-40...+60 °C
Résolution	0,1 °C
Précision	± 0,5 °C
Stabilité à long terme	0,1 °C / an
Alimentation	3,6...30 Vdc pour les versions avec sortie analogique 0...2,5 V 5...30 Vdc pour les versions avec sortie RS485 et les versions avec sortie analogique 0,5...3 V 6...30 Vdc pour les versions avec sortie SDI-12 7...30 Vdc pour les versions avec sortie analogique 0...5 V 12...30 Vdc pour les versions avec sortie analogique 0...10 V
Consommation	<i>Versions avec sortie RS485:</i> 2 mA moyen / 15 mA pic @ 12 Vdc <i>Versions avec sortie analogique:</i> 2,5 mA moyen / 15 mA pic @ 12 Vdc <i>Versions avec sortie SDI-12:</i> 300 µA @ 12 Vdc en veille <15 mA @ 12 Vdc pendant la mesure
Sortie	Selon le modèle: • RS485 avec protocole Modbus-RTU • SDI-12 • Analogique en tension 0,5...3 V (0,5 V=0 %VWC ou -40 °C, 3 V=60 %VWC ou +60 °C, résistance de charge minimale 10 kΩ)
Matériaux	Poignée: thermoplastique et résine époxy Électrodes: en fibre de verre, épaisseur 2 mm
Connexion	Câble fixe terminé avec fils volants, longueur 5 ou 10 m standard
Indice de protection	IP 67
Poids	150 g env. (compris le câble de 5 m)

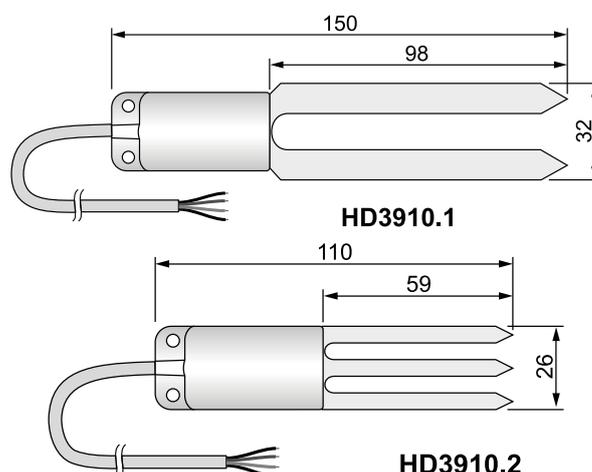


Fig. 1: dimensions (mm)

Installation

En utilisant un accessoire, percer un trou dans le terrain assez profond pour accueillir la sonde. Ne jamais utiliser la sonde pour faire le trou dans le terrain pour éviter de l'endommager mécaniquement.

Une fois que le trou a été réalisé, introduire **complètement** la sonde dans le terrain jusqu'à la couverture de la poignée: le capteur de température est situé à l'intérieur de la poignée, à proximité des électrodes, il est donc nécessaire que la poignée soit immergée dans le terrain pour une correcte détection de la température.

Après l'introduction de la sonde, remplir les espaces vides entre la sonde et le terrain avec du terrain fait poudre. Pour obtenir des mesures précises, le terrain doit être en contact avec les électrodes et la poignée de la sonde.

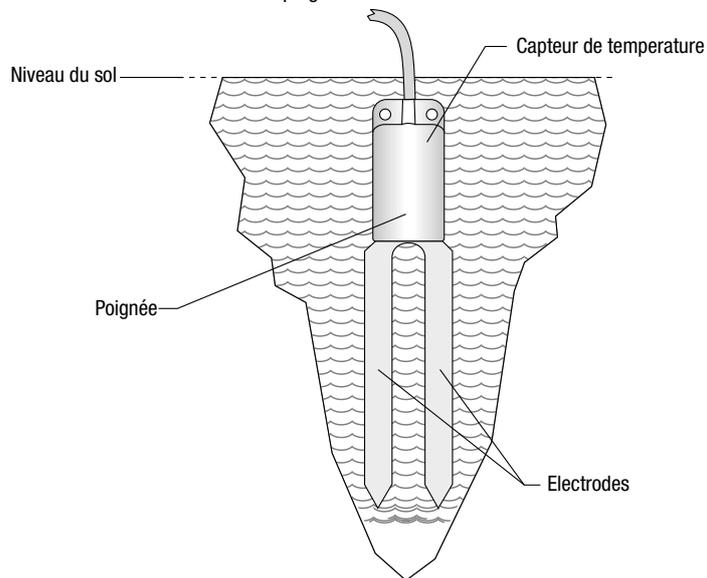


Fig. 2: installation

La sonde peut être orientée dans toutes les directions, mais il est conseillé de la placer verticalement par rapport au sol, afin de ne pas entraver l'écoulement de l'eau vers le bas et minimiser l'influence de la sonde dans le comportement du terrain.

Avertissements:

- La portion de terrain où la sonde est insérée doit être uniforme, sans poches d'air et pas trop compacte pour ne pas rendre trop difficile l'introduction de la sonde.
- Faire attention à la présence de racines, de pierres ou d'autres objets sous-sol qui peuvent être entre les électrodes et peuvent influencer la mesure.
- Ne pas utiliser une force excessive lors de l'introduction de la sonde pour ne pas endommager irrémédiablement les électrodes.
- La sonde mesure le contenu hydrique de terrain immédiatement entourant les électrodes: positionner la sonde de sorte qu'il n'y ait pas des objets en proximité de la sonde qui pourrait influencer sur le champ d'action de la sonde, comme par exemple des mâts métalliques.
- Signaler la présence de la sonde lors des opérations d'entretien du terrain (par ex. a tonte du gazon, le labourage, la récolte mécanisée, etc.).
- Pour retirer la sonde du terrain, saisir la poignée et tirer vers le haut. **Retirer la sonde verticalement évitant son inclinaison pendant l'extraction pour ne pas endommager les électrodes.**
- **Ne pas retirer la sonde par le câble.**

Connexions

Couleur câble	Fonction		
	Sortie RS485	Sortie SDI-12	Sortie analogique
Noire	Négatif alimentation	Négatif alimentation/ sortie	Négatif alimentation/ sortie
Rouge	Positif alimentation	Positif alimentation	Positif alimentation
Blanc	RS485 A/-	Positif sortie SDI-12	Positif sortie %VWC
Vert	RS485 B/+	---	Positif sortie température

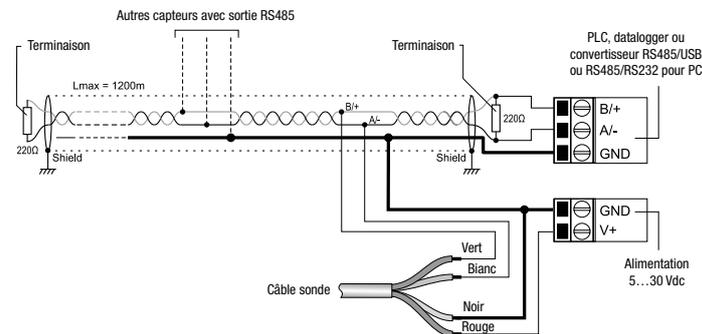


Fig. 3: connexion RS485

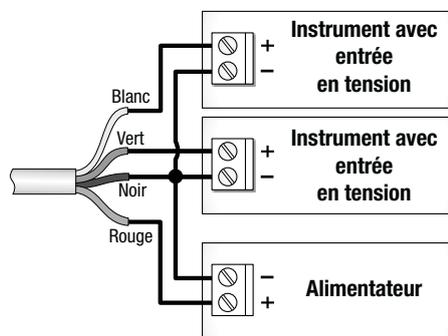


Fig. 4: connexion sorties analogiques

Connecter le blindage du câble au négatif de l'alimentation.

Configuration des paramètres de communication RS485

Avant de brancher la sonde au réseau RS485 il est nécessaire attribuer une adresse et définir les paramètres de communication, si c'est différent de l'adresse pré-réglée à l'usine.

Le réglage des paramètres est effectué avec le branchement de la sonde à l'ordinateur en utilisant un convertisseur RS485/USB ou RS485/RS232. C'est nécessaire d'alimenter la sonde séparément. Si on utilise un convertisseur RS485/USB c'est nécessaire d'installer les drivers USB.

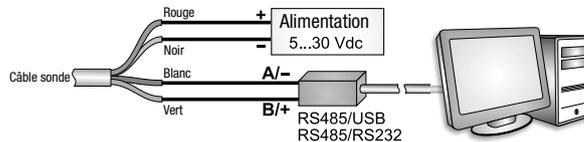
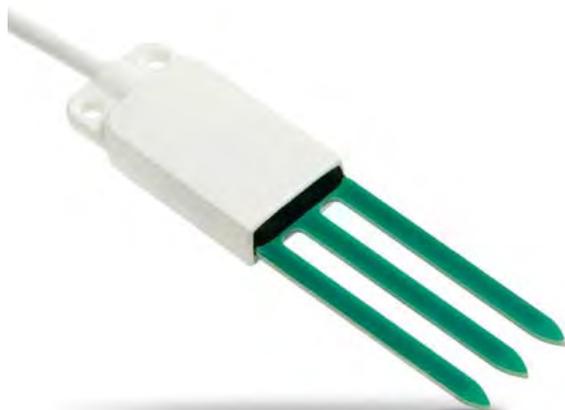


Fig. 5: branchement au PC

Notes sur le driver USB sans signature: Avant d'installer le driver USB qui est sans signature dans les systèmes d'exploitation à partir de Windows 7 il est nécessaire redémarrer le PC en désactivant la demande de signature du driver. Si le système d'exploitation est à 64 bit, même après l'installation, la demande de signature du driver doit être désactivée à chaque redémarrage du PC.



Procédure de configuration des paramètres

1. Lancer un programme de communication série, comme par exemple HyperTerminal. Régler les paramètres de communication les mêmes que celles réglés dans l'instrument. Par défaut, les paramètres sont:

Baud Rate = 19200
 Bit de données = 8
 Parité = Paire (E)
 Bit de stop = 1

Dans le programme, régler le numéro du port COM auquel on connecte la sonde.

2. Taper trois fois le caractère I (caractère ASCII code décimal 124). La sonde répond avec @.

3. Dans les 10 secondes de la réponse de la sonde, envoyer la commande @ (caractère ASCII code décimal 64 suivi par la touche Entrée). La sonde répond avec &.

Note: Si la sonde ne reçoit pas la commande @ dans 10 secondes, la modalité Modbus est activée à nouveau.

4. Envoyer la commande **CAL USER ON**.

Note: la commande CAL USER ON après 5 minutes d'inactivité est désactivée.

5. Envoyer les commandes sérielles ci-dessous pour régler les paramètres RS485 MODBUS:

Commande	Réponse	Description
CMAAnn	&l	Définir l'adresse RS485 a nnn Entre 1 et 247. Préréglé à 1
CMBn	&l	Définir Baud Rate RS485: n=0⇒9600, n=1⇒19200 Préréglé à 1⇒19200
CMPn	&l	Définir le mode de transmission RS485 (bit de données, parité, bit de stop): n=0⇒8N1, n=1⇒8N2, n=2⇒8E1 n=3⇒8E2, n=4⇒8O1, n=5⇒8O2 Préréglé à 2⇒8E1
CMWn	&l	Définir le mode de réception après la transmission RS485 n=0⇒Viole le protocole et se pose immédiatement à l'écoute après Tx n=1⇒Respecte le protocole et attend 3,5 caractères après Tx Préréglé à 1⇒Respecte le protocole

6. Il est possible de vérifier les paramètres en envoyant la commande suivante:

Commande	Réponse	Description
RMB	<i>b p w a</i>	Baud Rate: b=0⇒9600, b=1⇒19200 Modalité de transmission RS485: p=0⇒8N1, p=1⇒8N2, p=2⇒8E1, p=3⇒8E2, p=4⇒8O1, p=5⇒8O2 Mode de réception après la transmission RS485: w=0⇒viole protocole et passe en mode Rx juste après Tx w=1⇒respecte protocole et attend 3,5 caractères après Tx a=adresse RS485

Note: La lecture des paramètres ne nécessite pas de l'envoi de la commande CAL USER ON.

Mode MODBUS

La sonde entre dans la modalité RS485 MODBUS-RTU immédiatement après de l'allumage.

Lecture des mesures

En modalité MODBUS il est possible lire, par mis du code fonction 04h (Read Input Registers), les valeurs mesurées. Le tableau ci-dessous répertorie les registres MODBUS du type *Input Registers* disponibles:

Registres MODBUS – Input Registers

Numéro registre	Adresse registre	Donnée	Format
1	0	Registre de l'état	Entier 16 bit
2	1	Teneur en eau volumétrique en % VWC (Volumetric Water Content) [x10]	Entier 16 bit
3	2	Permittivité diélectrique apparente [x1000]	Entier 16 bit
4	3	Température du terrain en °C [x10]	Entier 16 bit
5	4	Température du terrain en °F [x10]	Entier 16 bit

Registre d'état

Le registre d'état 16 bits fournit les informations suivantes:

Bit	Description
0	Si égal à 1, une erreur est survenue
1	Si égal à 1, « overflow » mémoire données
2	Si égal à 1, erreur mémoire données
3	Si égal à 1, erreur mémoire programme
4...5	Toujours 0
6	Si égal à 1, mesure VWC en erreur
7	Si égal à 1, mesure température en erreur
8	Si égal à 1, cycle d'alimentation
9...14	Toujours 0
15	Si égal à 1, sonde pas prêt (mesures invalides)

Protocole SDI-12

Les sondes avec sortie SDI-12 sont compatibles avec la version 1.3 du protocole.

Les paramètres de communication du protocole sont:

baud rate: 1200, bit de données: 7, parité: Pair, bit d'arrêt: 1

La communication avec la sonde s'effectue en envoyant une commande sous la forme suivante:

<Adresse><Commande>!

où <Adresse> = adresse de la sonde à laquelle la commande est envoyée
 <Commande> = type d'opération demandée par la sonde

La réponse de la sonde se présente sous la forme:

<Adresse><Données><CR><LF>

où <Adresse> = adresse de la sonde qui répond
 <Données> = informations envoyées par la sonde
 <CR> = caractère ASCII *Carriage Return*
 <LF> = caractère ASCII *Line Feed*

La sonde quitte l'usine avec l'adresse préreglée à 0. L'adresse peut être modifiée à l'aide de la commande spécifique SDI-12 indiquée dans le tableau ci-après.

Le tableau ci-après indique les commandes SDI-12 disponibles. Afin de garantir l'uniformité avec la documentation du standard SDI-12, dans le tableau l'adresse de la sonde est indiqué par la lettre a.

Commandes SDI-12

Commande	Réponse de la sonde	Description
a!	a<CR><LF>	Vérification de la présence de la sonde.
al!	alccccccmmmmmmvwwssssss<CR><LF> où: a = adresse de la sonde (1 caractère) ll = version SDI-12 compatible (2 caractères) ccccccc = producteur (8 caractères) mmmmm = modèle de la sonde (6 caractères) vww = version firmware (3 caractères) sssssss = numéro d'identification (8 caractères) Exemple de réponse: 013HD3910A0013201518 où: 0 = adresse de la sonde 13 = compatible SDI-12 version 1.3 DeltaOhm = nom du producteur HD3910 = modèle de la sonde A00 = version firmware 13201518 = numéro d'identification	Demande d'informations de la sonde.
aAb! Où: b = nouvelle adresse	b<CR><LF> Note: si le caractère b n'est pas une adresse acceptable, la sonde répond avec a à la place de b.	Modification de l'adresse de la sonde.
?!	a<CR><LF>	Demande d'adresse de la sonde. Si plus d'une sonde est branchée au bus, un conflit se produira

Commandes de type M (start measurement) et de type C (start concurrent measurement)

VWC et température

aM! aC!	attn<CR><LF> où: ttt = numéro de secondes nécessaires à l'instrument pour rendre accessible la mesure (3 caractères) n = numéro de variables détectées (1 caractère pour aM!, 2 caractères pour aC!) Note: ttt = 000 indique donnée immédiatement disponible.	Demande d'exécuter la mesure.
aDO!	a+n+w...w+t...t<CR><LF> où: n = contenu du registre d'état w...w = teneur en eau volumétrique (m3/m3) t...t = température du terrain en °C Exemple de réponse: 0+0+0.325+17.6 adresse de la sonde = 0 contenu du registre d'état = 0 teneur en eau volumétrique = 0,325 (m3/m3) = 32,5% température du terrain = 17,6 °C	Lit la mesure.

Permittivité		
aM1! aC1!	attn<CR><LF> où: ttt = numéro de secondes nécessaires à l'instrument pour rendre accessible la mesure (3 caractères) n = numéro de variables détectées (1 caractère pour aM1!, 2 caractères pour aC1!) Note: ttt = 000 indique donnée immédiatement disponible.	Demande d'exécuter la mesure.
aDO!	a+n+p...p<CR><LF> où: n = contenu du registre d'état p...p = permittivité diélectrique apparente Exemple de réponse: 0+0+0.029 adresse de la sonde = 0 contenu du registre d'état = 0 permittivité diélectrique apparente = 0,029	Lit la mesure.
Niveau du signal et température		
aM2! aC2!	attn<CR><LF> où: ttt = numéro de secondes nécessaires à l'instrument pour rendre accessible la mesure (3 caractères) n = numéro de variables détectées (1 caractère pour aM2!, 2 caractères pour aC2!) Note: ttt = 000 indique donnée immédiatement disponible.	Demande d'exécuter la mesure.
aDO!	a+n+v...v+t...t<CR><LF> où: n = contenu du registre d'état v...v = niveau interne du signal en V t...t = température du terrain en °C Exemple de réponse: 0+0+0.095302+17.6 adresse de la sonde = 0 contenu du registre d'état = 0 niveau interne du signal = 0,095302 V température du terrain = 17,6 °C	Lit la mesure.

Outre les commandes susmentionnées, la sonde réalise également les commandes similaires avec CRC, qui demandent d'ajouter un code CRC à 3 caractères à la fin de la réponse avant de <CR><LF>. Le format de ces commandes est obtenu à partir des précédentes en ajoutant la lettre C: aMC!, aMC1!, aMC2!, aCC!, aCC1!, aCC2!. La sonde n'implémente pas les commandes de type R (Continuous Measurements).

Entretien

La sonde ne nécessite pas d'entretien particulier. Il est conseillé d'effectuer un nettoyage périodique des électrodes avec de l'eau et un détergent normal, afin d'éviter l'accumulation de substances qui pourraient altérer la mesure.

Codes de commande

HD3910. . .	Longueur du câble: 5 = 5 m 10 = 10 m
	Type de sortie: Aucun caractère = sortie RS485 Modbus-RTU S = sortie SDI-12 A = sortie analogique 0,5...3 V (autres plages sur demande)
	Type de sonde: 1 = à 2 électrodes 2 = à 3 électrodes pour la mesure dans des petits volumes