



TDR 150

Humidimètre de sol

MANUEL DU PRODUIT

Article n°6445



Spectrum[®]
Technologies, Inc.

SOMMAIRE

Dimensions du compteur	4
Batteries	5
Fonction des boutons	7
Écrans d'affichage	9
Calibrage du compteur	13
Mise à jour du firmware	14
Ajout de fonctionnalité GPS/Bluetooth	15
Conductivité électrique	17
Fonctionnement du compteur	19
Remplacement et ré-attachement du bloc de sonde	22
Mesures TVE	23
Statut GPS	24
Application Field Scout Mobile/SpecConnect	25
Journaux de données	27
Spécifications	29
Accessoires optionnels	30
Annexe 1 : Calibrage propre au sol	31
Annexe 2 : Vérifications des mesures TVE	33
Annexe 3 : FAQ	34

Le présent manuel vous présente les caractéristiques et le fonctionnement de votre nouvel humidificateur de sol Field Scout™ TDR 150. Veuillez lire attentivement ce manuel avant d'utiliser votre appareil.

APERÇU GÉNÉRAL

Nous vous remercions d'avoir acheté le Field Scout™ TDR 150. Cet appareil vous servira à mesurer l'humidité dans le sol, la conductivité électrique, ainsi que la température de la surface du sol. Ce manuel décrit les caractéristiques générales et le fonctionnement du produit.

L'humidité du sol est un élément essentiel pouvant connaître de fortes variations. La réflectométrie à dimension temporelle est une technologie avérée permettant de déterminer rapidement et avec précision la teneur volumétrique en eau (TVE) du sol. La conductivité électrique (CE) est une fonction des sels dissous dans le sol. Le compteur mesure aussi la température de surface du sol. L'utilisateur peut passer rapidement entre les mesures de la TVE en mode standard et le mode argile élevée.

La sonde du TDR 150 est raccordée à l'affichage avec un câble de 11,5 pouces. Cette fonctionnalité permet à l'utilisateur de faire des mesures dans un champ, sur une surface utilisée pour des activités sportives ou une banquette de serre.

Le compteur peut être mis à niveau (article 6445GBU) afin d'activer le journal de données intégré et le GPS. L'utilisateur n'a donc pas à enregistrer ses données manuellement. Les points de données peuvent être visualisés avec l'application Field Scout Mobile qui recense toutes les mesures de sol avec des localisations GPS enregistrées. Les mesures peuvent être aussi sauvegardées sur une clé USB connectée au port USB intégré.

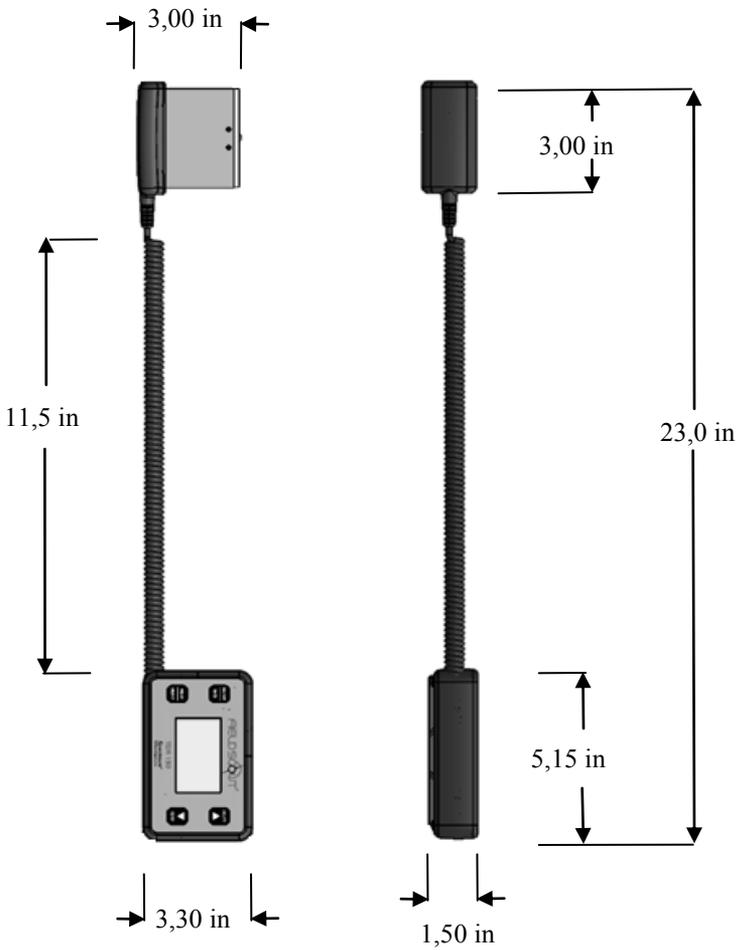
Sommaire

Votre livraison comprend les éléments suivants :

- Compteur TDR 150
- Coffret de transport
- 4 batteries AA

Remarque : Les tiges TDR sont vendues séparément

DIMENSIONS DU COMPTEUR



BATTERIES

Remplacement des batteries

Le TDR 150 nécessite 4 batteries AA. Le logement des batteries figure sur la partie inférieure de l'unité d'affichage. Enlever les vis et retirer le socle. Installer les batteries et vérifier la polarité avec les marques « Plus » (+) et « Moins » (-) situées à l'extrémité de chaque fente. Remplacer le socle. Vérifier que le capteur est toujours raccordé à la fiche (voir fig. 1).

Ne pas enlever de façon permanente le tampon en mousse (fig. 2) car il empêche que la prise ne se détache.



Fig. 1 : Câble de capteur raccordé.

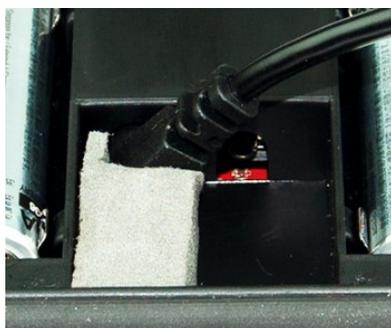


Fig. 2 : Tampon en mousse installé.

Durée de vie des batteries

L'autonomie des batteries est contrôlée chaque fois que l'unité d'affichage est allumée.

L'image indiquant une autonomie de batterie faible s'affiche sur le plein écran pendant environ 10 secondes et l'affichage s'éteint automatiquement si l'autonomie des batteries est faible ou si une batterie est mal insérée.

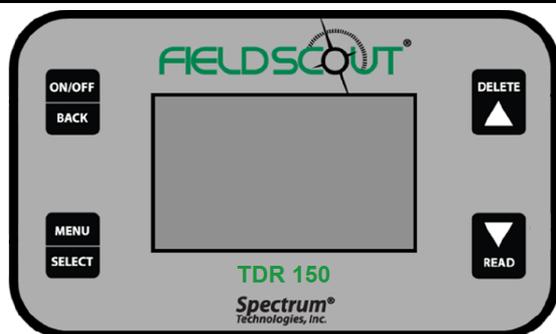


Outre la fréquence d'utilisation, l'utilisation du rétro-éclairage et du récepteur GPS influe sur la durée de vie des batteries (pour les unités mises à niveau). La fonction GPS doit être désactivée si elle n'est pas nécessaire. Le rétro-éclairage peut être paramétré sur mode AUTO (p. 11). Ce mode donne suffisamment de temps pour consulter la mesure sans trop entamer la batterie.

			Nombre total de	
Bluetooth*	GPS*	Rétro-	Alcaline	Lithium
MARCHE	MARCHE	MARCHE	12 000	24 000
MARCHE	MARCHE	ARRÊT	24 000	35 000
ARRÊT	ARRÊT	ARRÊT	150 000	225 000

* Les fonctions GPS et Bluetooth sont des options du compteur TDR 150 (voir p. 15)

FONCTIONS DES BOUTONS



Fonction des boutons de base

Bouton **MARCHE/ARRÊT** ou **RETOUR**



Appuyer brièvement sur ce bouton pour allumer l'affichage. Le compteur affiche ensuite l'écran de données (p. 10). Pour éteindre le compteur, appuyer et maintenir ce bouton enfoncé pendant environ 2 secondes.

Une fois dans l'écran de menu Paramètres (p. 11), appuyer sur ce bouton pour revenir à l'écran de données. Ce bouton vous ramènera vers l'écran de menu Paramètres si vous êtes dans une option des paramètres nécessitant un écran propre.

MENU ou bouton **SÉLECTIONNER**



Une fois dans l'écran de données, appuyer sur ce bouton pour aller sur l'écran de menu Paramètres (p. 11). Dans l'écran de menu Paramètres et sur une option de menu, appuyer sur ce bouton pour naviguer entre les différents choix pour cette sélection de menu spécifique. Dans certains cas, le fait de sélectionner une option de paramètres vous amènera vers un autre écran ; vous pourrez alors y faire une autre action.

Bouton **EFFACER** ou **HAUT**



Sur l'écran de données (p. 10), appuyer sur ce bouton pour effacer le dernier point de donnée mesuré à partir du fichier-journal et de la moyenne calculée. Le bouton Effacer diminue aussi le nombre.

Sur l'écran de menu Paramètres (p. 11), appuyer sur le bouton pour aller jusqu'à l'élément de menu précédent.

Bouton **LIRE** ou **BAS**



Sur l'écran de données, appuyer et relâcher ce bouton pour faire une mesure de capteur. Appuyer et maintenir pour supprimer la moyenne et remettre le compte d'échantillon à 0. Le fait de presser et de maintenir appuyé le bouton

LECTURE permet aussi d'ajouter une ligne vierge sur le fichier-journal.

Sur l'écran de menu Paramètres, appuyer sur ce bouton pour descendre à l'élément de menu suivant.

ÉCRANS D’AFFICHAGE

Le TDR 150 possède 3 écrans d’affichage principaux :

- Écran d’information de démarrage
- Écran de données
- Écran de menu Paramètres

Écran d’information de démarrage

L’écran d’information de démarrage s’affiche pendant environ 2 secondes après l’activation de l’affichage.

Si souhaité, l’écran de démarrage peut être conservé sur une durée plus longue. Lors de la mise en marche du compteur, appuyer et maintenir le bouton **Marche/Arrêt/Retour** pour continuer à afficher l’écran d’information de l’appareil de démarrage. Relâcher le bouton pour passer à l’écran de données.



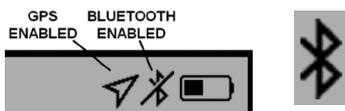
Écran de données

Les lectures du capteur s'affichent sur l'écran de données. L'indicateur d'autonomie des batteries apparaît en haut à droite. La moyenne et le nombre de lectures



en cours compris dans cette moyenne s'affichent en bas à droite. Appuyer et maintenir le bouton LECTURE pour effacer la moyenne et remettre le compteur à 0.

Ces icônes apparaissent à côté de l'indicateur de niveau de batterie lorsque le compteur a



été mis à niveau pour intégrer les fonctions GPS et Bluetooth (voir p. 15). Lorsqu'il est visible, l'icône GPS indique la qualité de la localisation GPS (p. 24).

L'icône Bluetooth affiche une barre en travers quand le Bluetooth est activé mais que le TDR n'est pas connecté à un appareil mobile (voir image à gauche). La barre s'enlève quand le TDR est connecté à un appareil mobile (voir image à droite).

Le GPS et/ou les icônes Bluetooth ne sont plus visibles une fois désactivés dans le menu Paramètres (p. 11).

Écran de menu Paramètres

Les contenus du menu Paramètres s'affichent sur l'illustration suivante. Utiliser les flèches pour passer à l'option souhaitée. Les options sont décrites ci-dessous. Pour la plupart des options, le fait d'appuyer sur le bouton **Sélectionner** permet de basculer entre les différents choix de cette option. Certaines options demandent une ou plusieurs étapes supplémentaires.

Remarque : Le GPS et le Bluetooth sont disponibles uniquement pour les mises à niveau.

Suppression de la moyenne* :

Supprime la moyenne actuelle et remet le compteur à zéro.

Longueur de tige : Sélectionne les tiges de taille attachées au compteur. Voir les options en p. 29.

Type de sol : Choisir Standard, Argile élevée ou Sable.

Suppression des journaux* : Lance l'effacement de données de la mémoire interne.

Sauvegarde vers USB* : Lance le transfert des données vers la clé USB.

Rétro-éclairage : Les trois options sont MARCHE, ARRÊT et AUTO. En mode AUTO, le rétro-éclairage s'allume pendant 5 secondes après une mesure, puis s'éteint.

GPS, Bluetooth, Son : Active et désactive ces options. La désactivation de ces fonctionnalités améliore la durée de vie de la batterie si la localisation n'est pas nécessaire ou qu'un appareil mobile n'est pas utilisé.

SETTINGS MENU	
Clear Average	
Rod Length	> LONG
Soil Type	> STANDARD
Clear Logs	0% Full
Save to USB	
Backlight	> OFF
GPS	> DISABLED
Bluetooth	> DISABLED
Sound	> ON
Temp Source	> Soil Sensor
Temp Units	> °F
Moisture Type	> VWC%
EC Units	> dS/m
Auto-off	> 15 min
Current Date	> 2017-02-03
Current Time	> 16.07.10
Timezone	> GMT -6
Daylight Savings	> OFF
Calibration	
Factory Defaults	

Source de température : Choisir le capteur de sol ou le capteur IR

Unités de température : Choisir Fahrenheit ou Celsius.

Type d'humidité : Choisir la teneur volumétrique en eau (TVE%), la mesure de capteur brute (période) ou le mode TDR 300. Le mode TDR 300 fait un compte-rendu de la TVE qui correspond à la production du compteur TDR 300 (aucune optimisation de la CE).

Unités CE : Choisir la valeur CE simple (mS/cm) ou l'indice de salinité (voir p. 18).

Auto-Arrêt : Choisir la durée durant laquelle le compteur reste allumé avant de s'éteindre automatiquement.

Date actuelle, Temps actuel : Ces valeurs sont les valeurs rapportées. Elles ne peuvent pas être ajustées manuellement. Ces informations sont obtenues à partir du signal GPS.

Fuseau horaire : Choisir le décalage avec l'heure moyenne du méridien de Greenwich. Le changement de décalage met à jour l'heure et la date actuelles.

Heure d'été : Les options sont MARCHÉ et ARRÊT.

Calibrage* : Lance la séquence de calibrage (voir p. 13).

Paramètres par défaut*: Remet tous les paramètres du compteur aux valeurs par défaut. Voir p. 34.

** Le fait d'appuyer sur le bouton « Sélection » pour ces options donne un écran supplémentaire.*

CALIBRAGE DU COMPTEUR

Le compteur dispose de calibrages internes pour des types de sol standards et à argile élevée. Il compte aussi l'option de production de valeur équivalente à son prédécesseur (TDR 100). Ces calibrages fonctionnent pour un grand nombre de sols. Chaque compteur répondra toutefois un peu différemment à des conditions de sol identiques. Cette différence est due au déplacement du capteur ou à la variabilité des composants électroniques utilisés durant la fabrication. Afin de représenter ces différences, le compteur admet des réglages au niveau du calibrage. Le résultat peut donc être normalisé si deux compteurs donnent des mesures légèrement différentes pour le même sol ; l'objectif est justement d'utiliser les compteurs de manière interchangeable. Après le calibrage, un TDR 150 en mode « TDR 300 » (voir p. 12) doit effectuer les mêmes mesures qu'un compteur TDR 300.

Pour calibrer, vous avez besoin d'un conteneur en plastique de 4" de diamètre rempli d'eau distillée ou déionisée. Le conteneur doit être au moins aussi haut que les tiges du TDR. La procédure est la suivante :

1. À partir du menu Paramètres (p. 11), aller à l'option Calibrage. Appuyer sur le bouton **Sélectionner** pour lancer le processus de calibrage.
2. Tenir le compteur de sorte que les tiges soient en l'air. Appuyer sur le bouton **Menu/Sélectionner** et attendre que le compteur indique qu'il est prêt.
3. Immerger entièrement les tiges dans l'eau. Appuyer sur le bouton **Menu/Sélectionner** et attendre que le compteur indique qu'il est prêt.

Le compteur indique ensuite que le calibrage est terminé pour cette longueur de tige spécifique. Un calibrage doit être effectué pour chaque taille de tige (si plus d'une taille de tige est utilisée).

Remarque : Cette procédure est différente d'un calibrage propre au sol (voir Annexe 1. p. 31) où une courbe de calibrage unique est générée.

MISE À JOUR DU

Le firmware du TDR 150 peut être mis à jour avec une clé USB. Les fichiers de mise à jour du firmware figurent sur le site Internet de Spectrum.

Remarque : La mise à jour du firmware est différente de la mise à niveau destinée à activer les fonctions GPS et Bluetooth (p. 15)

1. Copier la dernière mise à jour du firmware de votre PC à votre clé USB.
2. Éteindre le compteur.
3. Insérer la clé dans le port USB du compteur.
4. Avec le bouton **Effacer** enfoncé, appuyer sur le bouton **Marche/Arrêt/Retour**. Le compteur émet alors un signal sonore.
5. Relâcher le bouton « Effacer » une fois que le compteur a émis un deuxième signal sonore.
6. Enlevez la clé.

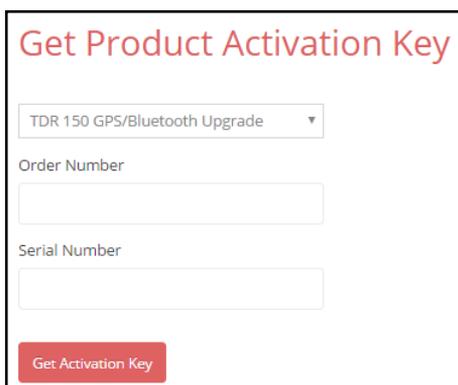
Le compteur s'allumera alors comme d'habitude.

AJOUT DE FONCTIONNALITÉ GPS/BLUETOOTH

Les fonctions GPS et Bluetooth sont verrouillées sur la version standard du compteur TDR 150. Ces fonctionnalités peuvent être déverrouillées en achetant l'article 6445GBU (TDR 150 Mise à niveau GPS/Bluetooth). Une fois la mise à niveau achetée, le fichier déverrouillé peut être téléchargé depuis le site Internet suivant :

www.specconnect.net/activate

Ce lien renvoie vers l'écran **Obtenir une clé d'activation de produit**. Sélectionner l'option « TDR 150 GPS/Bluetooth Upgrade » dans le menu déroulant. Saisir le numéro de commande et le numéro de série du compteur dans les deux champs suivants et cliquer sur « Obtenir une clé d'activation ». Le programme téléchargera ensuite le fichier de déverrouillage sur votre PC. Le fichier aura pour nom "150SSSSS.key", SSSSS étant le numéro de série à 5 chiffres. Cette clé de déverrouillage est valide uniquement sur le compteur pour lequel elle a été achetée.



The image shows a web form titled "Get Product Activation Key" in red text. Below the title is a dropdown menu with the selected option "TDR 150 GPS/Bluetooth Upgrade". Underneath are two text input fields: "Order Number" and "Serial Number". At the bottom of the form is a red button with the text "Get Activation Key".

Le chargement du fichier sur le TDR 150 s'effectue de la façon suivante.

1. Copier le fichier de déverrouillage sur une clé USB.
2. Éteindre le compteur.
3. Insérer la clé dans le port USB du compteur.
4. Allumer le compteur.

Lorsque la mise à niveau est réussie, l'écran de démarrage (p. 9) affiche la mention "GPS/BT Upgrade OK". Les options GPS et Bluetooth s'affichent ensuite sur l'écran de menu Paramètres (p. 11). Lorsque la mise à niveau a échoué, l'écran de démarrage affiche la mention « Invalid GPS/BT Upgrade Key ». Confirmer que la clé de déverrouillage sur la clé USB correspond au compteur mis à niveau.

CONDUCTIVITÉ ÉLECTRIQUE

Conductivité électrique

Connaître le niveau de salinité de votre sol est un élément important de l'irrigation et de la gestion des nutriments. L'origine des sels présents dans le sol varie du matériau parent d'origine aux ajouts provenant de sources naturelles et de l'activité de gestion. Souvent, la présence de sel dans le sol est considérée comme un élément négatif. La solution de sol contient en effet une forte teneur en sel et les racines des plantes ne peuvent pas fournir une humidité de sol suffisante. Les engrais existent toutefois (p. ex. les ions de sel dans cette même solution de sol). Autrement dit, si le niveau de sel est trop bas, la plante ne peut absorber les nutriments dont elle a besoin.

La teneur en sel peut être directement mesurée seulement avec l'analyse en laboratoire d'un échantillon sur le terrain. La conductivité électrique (CE) est heureusement une fonction des sels dissous dans le sol. La CE est exprimée en unités de mS/cm. Cette mesure indirecte est possible car lorsqu'ils se dissolvent dans le sol, les sels se dissocient en ions, eux-mêmes conducteurs d'électricité.

La CE mesurée par une électrode est définie en tant que CE volumique. L'importance de cette valeur dépend de la manière avec laquelle l'échantillon a été préparé. La CE rapportée par un laboratoire d'analyse de sols concerne généralement l'extrait des milieux saturé. L'eau distillée est brièvement ajoutée dans le sol jusqu'à ce qu'il scintille. La solution de sol a du temps pour être en équilibre avec les ions sur les sites d'échange de sol. L'eau de sol est ensuite aspirée pour être mesurée. Le fait de mesurer la CE de solutions d'eau/sol dilué (p. ex. 1 partie de sol : 2 parties d'eau) est également fréquent. La détermination de la CE dans une plage acceptable s'appuie sur le type d'échantillon faisant l'objet d'une mesure.

Le TDR 150 utilise les mêmes tiges en métal pour le capteur d'humidité de sol que les électrodes pour le circuit CE. La valeur mesurée correspond à une moyenne de la profondeur totale échantillonnée.

Indice de salinité

Le TDR 150 mesure la CE volumique du sol susceptible d'être saturé ou non. Deux mécanismes concurrents existent. Lorsque le sol sèche, la solution restant dans l'espace poreux devient plus concentrée, ce qui fait augmenter sa CE. Toutefois, la quantité d'eau moindre dans les pores engendre un parcours plus long et plus tortueux entre les électrodes du capteur, ce qui fait diminuer la CE. Le second mécanisme prévaut. La CE volumique diminue ainsi avec la baisse de l'humidité dans le sol. Les mesures de CE réalisées à différents moments de l'échantillonnage peuvent être comparées quand la teneur en humidité de chaque mesure est la même. Cette comparaison est facile à effectuer si les mesures sont systématiquement réalisées quand le site a une capacité au champ. La capacité au champ désigne le condition selon laquelle un sol saturé peut drainer jusqu'au point où la force de gravité ne peut plus enlever l'eau en supplément.

Le TDR 150 permet aussi de rapporter la CE sous forme d'indice de salinité. L'indice de salinité est défini comme le ratio entre la CE volumique et la teneur volumétrique en eau (exprimé en nombre décimal). Par exemple, si la CE volumique est de 0,25 mS/cm et que la TVE est de 22%, alors l'indice de salinité est de 1,14 ($0,25 \div 0,22 = 1,14$). L'indice de salinité associe donc TVE et CE (correction pour la température) dans un paramètre moins dépendant de la teneur en eau sous-saturée.

FONCTIONNEMENT DU COMPTEUR

Configuration du compteur

Le compteur peut être configuré dans le menu Paramètres (pp. 11-12).

Le TDR 150 peut être paramétré sur l'un des trois modes **Type de sol** : Standard, Argile élevée ou Sable. Le mode Standard convient à la plupart des sols minéraux. Le mode Argile élevée est plus précis lorsque les sols ont des teneurs en argile plus élevées (> 27%). Le mode Sable peut être utilisé pour les terrains de sport à base de sable ou les greens de golf. Il existe 3 options de **Type d'humidité**. Le mode TVE% affiche la teneur en humidité optimisée par la production du capteur de CE. Le mode Période affiche la mesure brute du capteur. Ce mode sert principalement pour le dépannage ou pour des calibrages propres au sol. Le mode TDR 300 affichera une mesure qui correspondra à la production d'un compteur TDR 300.

Les unités mises à niveau (voir p. 15) peuvent accéder à des options GPS et Bluetooth additionnelles. Pour géoréférencer les données, activer la fonctionnalité GPS. Le Bluetooth doit être aussi activé pour l'utilisation de l'application FieldScout Mobile (p. 25). Le Bluetooth activé fonctionne tant que le compteur est allumé. Si le GPS est désactivé, l'application utilisera à la place le GPS du téléphone.

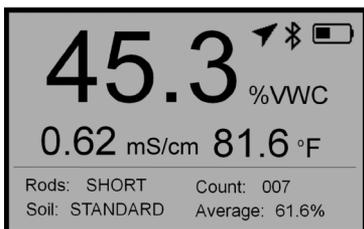


Figure 1. Exemple d'écran de données avec GPS et BT déverrouillés

Affichage

La figure 1 montre un exemple d'écran de données. L'indicateur d'autonomie des batteries apparaît en haut à droite. Les icônes GPS et Bluetooth s'affichent également pour les unités mises à niveau. L'humidité du sol, la CE et les données de température figurent eux sur la moi-

tié supérieure de l'écran. La mesure moyenne et le nombre de mesures comprises dans la moyenne sont visibles en bas à droite. La **longueur de tige** actuelle et le **type de sol** s'affichent en bas à gauche.

Prise de mesures

Enfoncer les tiges dans le sol. Lorsqu'une mesure est effectuée, il est important que les tiges soient entièrement insérées dans le sol. Dans le cas contraire, une partie du volume d'échantillonnage sera composée d'air et la mesure sera imprécise et faible. Pour la même raison, la sonde doit être insérée avec une pression stable et descendante. Lorsque les tiges bougent dans le sol, des poches d'air peuvent se former à côté des tiges, ce qui engendre des mesures faibles. Pour ne pas endommager la partie électronique interne, la sonde ne doit pas recevoir de coups de marteau ou de coups provenant d'un autre instrument de force. Veillez aussi à ce que les tiges soient insérées dans la position la plus parallèle les unes des autres. Cette orientation n'aura pas un grand effet sur la lecture mais les tiges auront moins de risques de se plier ou de casser. De même, il est conseillé d'éviter les zones rocailleuses ou comportant d'autres matières pouvant faire dévier ou plier les tiges. Si le sol est particulièrement dur ou compact, vous pouvez utiliser un instrument de guidage (article 6430PH) pour faire des trous de 3" et vous aider à démarrer l'insertion des tiges de sonde.

Appuyer sur le bouton **LECTURE** pour lancer la séquence de mesure. La mesure doit s'afficher presque instantanément. Quand il ne détecte pas le capteur, l'écran affiche des tirets. Vérifier que le capteur est correctement attaché (voir p. 22).

Remarque : Les tiges du TDR sont en acier inoxydable de type 303 et sont conçues pour se plier lorsqu'elles font l'objet d'une force non verticale. Cette fonction sert à protéger la partie électronique du bloc du TDR des éventuels dommages causés par une force excessive.

Il est normal que les tiges se plient parfois (durant l'échantillonnage, notamment). Les tiges allongées sont plus susceptibles de se plier que les tiges plus courtes. Lorsqu'elles se plient, les tiges doivent être simplement remises en position parallèle et perpendiculaire au bloc du TDR. Les mesures seront toujours précises si les tiges sont relativement proches de l'orientation parallèle.

Lorsque les tiges ne sont pas correctement remises en position parallèle, la pression consécutive exercée accentue la courbure et peut les faire casser.

Les tiges doivent être considérées comme des éléments soumis à des travaux de maintenance pouvant nécessiter un remplacement avec le temps (selon la nature et la fréquence de l'échantillonnage). Les tiges s'usent le plus rapidement dans les zones racinaires à base de sable.

REPLACEMENT OU RÉ-ATTACHEMENT DU BLOC DE SONDÉ

Le bloc de capteur du TDR 150 est un composant remplaçable par l'utilisateur (article 6445S). Retourner le TDR 150 et enlever les 4 vis. Ouvrir la partie inférieure et enlever socle (fig. 1). Le capteur se connecte au compteur via la prise située entre les deux logements de batteries. Une fois les câbles raccordés, ré-insérer le bouchon en mousse. Lors du remplacement du socle, veillez à faire passer le capteur par la fente située sur le socle (fig. 2).



Figure 1. Câble de capteur branché dans la prise



Figure 2. Câble de capteur passant par la fente

MESURES TVE

Teneur volumétrique en eau (TVE)

Le sol peut être admis comme étant composé de matière, d'eau et d'air. La teneur volumétrique en eau (TVE) désigne le rapport entre le volume d'eau dans un volume de sol donné et le volume de sol total. Elle peut être exprimée sous forme décimale ou en pourcentage. Trois niveaux d'importance d'humidité de sol peuvent être définis :

Saturation : Tous les pores du sol sont remplis d'eau. La TVE équivaut à l'espace des pores en pourcentage du sol.

Capacité au champ : La capacité au champ désigne la condition selon laquelle un sol saturé peut drainer jusqu'au point où la force de gravité ne peut plus enlever l'eau en supplément.

Point de flétrissement permanent : Teneur en humidité la plus élevée au-delà de laquelle une plante ne peut plus prélever l'eau du sol.

Nous pouvons également définir l'eau disponible dans les plantes comme la quantité d'eau comprise entre le point de flétrissement et la capacité au champ. Le principe consiste généralement à lancer l'irrigation quand la moitié de l'eau disponible dans les plantes a été utilisée.

Réflectométrie à dimension temporelle (TDR)

Le principe sous-jacent de la TDR est de mesurer le temps de trajet d'une onde électromagnétique le long d'un guide d'ondes. La vitesse de l'onde dans le sol dépend de la permittivité diélectrique volumique (ϵ) de la matrice du sol. Le fait que l'eau ($\epsilon = 80$) ait une constante diélectrique beaucoup plus grande que l'air ($\epsilon = 1$) ou que les solides du sol ($\epsilon = 3-7$) soient exploités afin de déterminer la TVE du sol. La TVE mesurée par TDR est une moyenne sur la longueur du guide d'ondes.

La partie électronique du TDR 150 génère et détecte le retour d'un signal énergétique élevé qui descend et revient, par le sol, le long du guide d'ondes composé de deux tiges en acier inoxydable remplaçable. Le volume d'échantillonnage consiste en un cylindre elliptique qui sort d'environ 3 cm des tiges. Les informations sur le signal haute-fréquence sont ensuite converties en teneur volumétrique en eau. Les quantités élevées d'argile ou la forte conductivité électrique ($CE > 2$ mS/cm) atténuera le signal de haute-fréquence et affectera la mesure affichée par le compteur. Une teneur en matières organiques très élevée aura un impact similaire sur la mesure de la TVE.

STATUT GPS*

Pour de meilleurs résultats, attendre que le GPS ait localisé le plus de satellites possible. L'icône passe du blanc au gris et au noir lorsque le GPS est activé et que le lieu est déterminé. Un icône noir indique que le compteur a détecté 10 satellites ou plus. Si une correction différentielle est disponible, l'icône GPS inclura aussi un icône avec une croix en travers.



La couverture GPS sera meilleure avec un ciel dégagé. Le récepteur GPS se trouve à l'avant du compteur (près du port USB). Lorsqu'il prend des mesures, le récepteur ne doit pas être pointé vers une structure ou un obstacle (p. ex. vers arbres).

* GPS uniquement disponible avec des unités mises à niveau (p. 15).

APPLICATION FIELD SCOUT MOBILE/ SPECCONNECT

Les unités mises à niveau (voir p. 15) peuvent utiliser l'application FieldScout Mobile pour transférer des données sur une clé USB mais aussi pour les envoyer directement à l'utilitaire web SpecConnect. Les données peuvent être visualisées sur un smartphone en deux formats. En Mode Grille, le site est divisé en une grille personnalisable en 2 dimensions de 3 à 5 rangées et de 3 à 5 colonnes. Les mesures sont prises dans chaque cellule de la grille. Les données moyennes portant un code-couleur s'affichent sur l'application (Fig. 1). En Mode Forme libre, une icône en forme d'épingle et portant un code couleur est placé sur chaque point d'échantillonnage. L'application utilisera les coordonnées du compteur si le TDR 150 a une position GPS satisfaisante (p. 24). Dans le cas contraire, ou si le GPS du compteur est désactivé, l'appareil utilisera le GPS interne du smartphone.



Figure 1. Mode Grille



Figure 2. Mode Forme libre

Les données de la version Pro de l'application sont envoyées instantanément à SpecConnect. Les données peuvent être visualisées sous forme de carte (fig. 3), exportées vers une feuille de calcul Excel, ou visualisées dans un rapport d'évolution (fig. 4).

Le guide de l'utilisateur de l'application donne de plus amples informations.

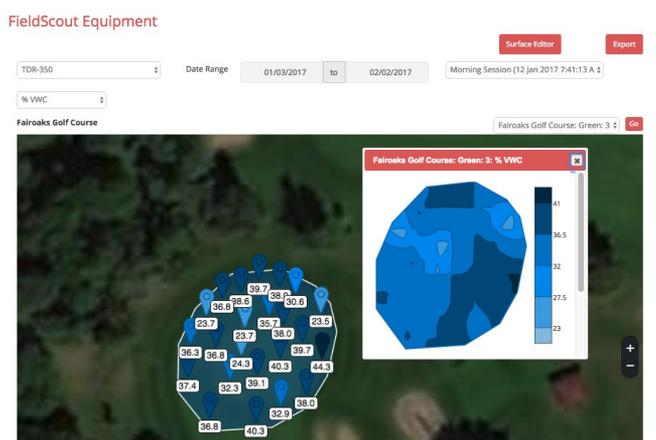


Fig. 3. Tracé de contour 2D dans SpecConnect

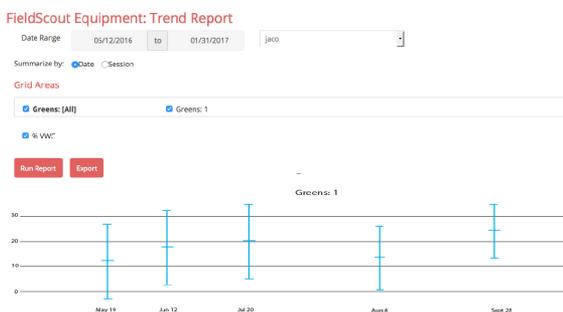
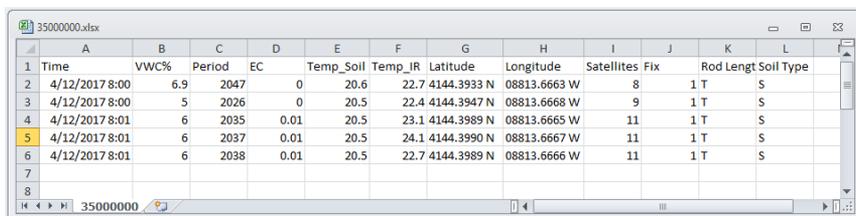


Fig. 4. Rapport d'évolution

JOURNAUX DE DONNÉES



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Time	VWC%	Period	EC	Temp_Soil	Temp_IR	Latitude	Longitude	Satellites	Fix	Rod Leng	Soil Type
2	4/12/2017 8:00	6.9	2047	0	20.6	22.7	4144.3933 N	08813.6663 W	8	1 T	S	
3	4/12/2017 8:00	5	2026	0	20.5	22.4	4144.3947 N	08813.6668 W	9	1 T	S	
4	4/12/2017 8:01	6	2035	0.01	20.5	23.1	4144.3989 N	08813.6665 W	11	1 T	S	
5	4/12/2017 8:01	6	2037	0.01	20.5	24.1	4144.3990 N	08813.6667 W	11	1 T	S	
6	4/12/2017 8:01	6	2038	0.01	20.5	22.7	4144.3989 N	08813.6666 W	11	1 T	S	
7												
8												

Figure 1 : Exemple de fichier de données du TDR 150

Téléchargement des données

Les données stockées dans la mémoire interne du compteur peuvent être transférées sur votre PC avec une clé USB. Connecter la clé USB au port USB situé à l'avant du compteur. Appuyer sur le bouton **Menu/Sélectionner** (p. 7) pour ouvrir le menu Paramètres. Aller à l'option **Sauvegarder sur USB** et appuyer une nouvelle fois sur le bouton **Menu/Sélectionner**. Les données seront sauvegardées sur la clé USB sous forme de fichier portant une extension .csv. Ce transfert de données effacera par superposition* le fichier de données que vous avez peut-être déjà sur la clé USB pour le compteur.

**Avertissement : Vérifiez que les données figurant sur la clé USB ont déjà été enregistrées sur votre PC si vous avez effacé le journal de données avant de prendre l'ensemble de mesures actuelle.*

Suppression des données

Appuyer sur le bouton **Menu/Sélectionner** (p. 7) pour ouvrir le menu Paramètres. Aller à l'option **Supprimer Journaux** et appuyer une nouvelle fois sur le bouton **Menu/Sélectionner**. Appuyer sur le bouton **Menu/Sélectionner** pour terminer le traitement ou sur le bouton **Marche/Arrêt/Retour** pour interrompre.

Gestion des données

Les données sont stockées dans des fichiers-texte séparés par une virgule. Le nom du fichier correspond au

numéro de série de votre compteur. Ces fichiers peuvent être ouverts avec un logiciel d'édition de texte ou un logiciel utilisant un tableur (fig. 1). Les données sont séparées en 11 champs.

Colonne	Description
1	Date et heure ^a
2 - 6	Mesures de capteur ^b (TVE, Période, CE, Température du sol, Température IR)
7 - 8	Coordonnées GPS (longitude, latitude) ^c
9	Nombre de satellites visibles durant la mesure
10	Statut de localisation satellite ^d
11	Longueur de tige ^e
12	Type de sol ^{ef}

^a L'heure s'appuie sur le décalage GMT sélectionné dans l'option **Fuseau horaire** (p. 12)

^b Si « TDR 300 » est sélectionné en tant que **Type d'humidité**, la TVE du TDR 300 (sans optimisation de la CE) s'affichera dans la colonne TVE%.

^c Le format GPS est MM.MMMM C DD correspond aux degrés, MM.MMMM aux minutes décimales et C, à l'orientation de la boussole.

^d Le statut de la position par satellite est 0 si le compteur n'a pas pu déterminer l'endroit a, 1 si un endroit a été identifié mais sans la correction différentielle, et 2 si la correction différentielle était disponible.

^e Les options de longueur de tige sont les suivantes : **Long** (8"), **Med** (4,8"), **Short** (3"), et **Turf** (1,5")

^f Les options de type de sol sont : **Standard**, **Hi-Clay** et **sanD**.

SPÉCIFICATIONS

Unités de mesure	Teneur volumétrique en eau en pourcentage (TVE) Période (lecture brute de capteur)
Résolution	TVE : 0,1% TVE unitésCE : 0,01 mS/cm Température : 0,2°F (0,1°C)
Précision	TVE : ±3,0% teneur volumétrique en eau avec conductivité électrique < 2 mS/cm CE : ± 0,1 mS/cm Température : ± 1,8°F (± 1°C)
Plage	TVE : 0% à saturation (<i>la saturation est généralement d'environ 50% de l'eau volumétrique</i>) CE : Entre 0 et 5 mS/cm Température : Entre -22 et 140°F (entre -30 et 60°C)
Alimentation	4 batteries AA Le lithium optimise la durée de vie des batteries
Affichage	LCD graphique, rétro-éclairé, contraste élevé
Poids	1,4 lbs. (640 g)
Dimensions de la tête de sonde	2,4" x 1,4" (6 cm x 3,5 cm)
Dimensions de la tige disponible	Terrain 1,5" (3,8 cm) Diamètre : 0,2" (0,5cm) Court 3" (7,6 cm) Espacement : 1,2" (3cm) Moyen 4,7" (12 cm) Long 7,9" (20 cm)
GPS*	Précision < 2,5 m
Enregistreur Capacité	50 000 mesures

* S'applique uniquement aux unités mises à niveau (voir p. 15).

ACCESSOIRES OPTIONNELS

Deux articles en option peuvent être utilisés pour augmenter les capacités du TDR350. Ces options sont décrites brièvement ci-dessous. Voir le site Internet pour des informations-utilisateur spécifiques au produit et pour les consignes d'installation.

Capteur de température infrarouge (article 6435TS)

Le capteur de température infrarouge est une option alternative au capteur de température de surface. Le capteur détecte la signature infrarouge de la surface juste à l'avant du bloc de capteur. Cette fonction permet de mesurer la température instantanément et avec une grande précision.



Écarteur TDR (article 6435SP)

Le TDR350 compte 4 options de longueur de tige par défaut (1,5", 3,0", 4,8" et 8,0"). L'écarteur de tige permet de mesurer des profondeurs de sol de 0,5" ou 1,0", ce qui aide à identifier la rapidité et la fermeté des greens. L'écarteur travaille seulement avec des compteurs équipés de tiges pour terrain de 1,5". L'écarteur doit être placé sur l'extrémité d'un bloc de capteurs pour que les tiges ne soient pas entièrement insérées. L'écarteur compte deux orientations lui permettant de travailler à la profondeur souhaitée. Pour être compatible avec l'écarteur TDR, le compteur doit fonctionner avec une version firmware 1.02 ou supérieure.



ANNEXE 1

SPÉCIFIQUE AU SOL

CALIBRAGE

Pour une précision maximale, vous pouvez choisir d'effectuer un calibrage propre au sol plutôt que d'utiliser l'un des calibrages de sol internes (standard, argile élevée ou sable) codés dans le firmware du TDR 150. Dans

ces cas, une teneur en humidité de sol indépendante est requise. Un lien peut être ensuite développé entre la mesure périodique du compteur (voir option **Type d'humidité**, p. 12) et la teneur volumétrique en eau réelle (TVE). Ce lien peut être créé le plus facilement en baissant un ensemble de données par rapport à un autre.



Les données de la TVE peuvent être obtenues avec un appareil comme une sonde à neutrons, en mesurant le poids d'une colonne de sol saturé de volume connu (car elle sèche progressivement), ou en mouillant graduellement un sol de volume connu avec l'ajout de paliers connus d'eau. Dans la plupart des cas, le calibrage est cependant effectué avec un échantillonnage gravimétrique. Cette procédure est brièvement décrite ci-dessous.

Établir un nombre de sites à échantillonner dans le champ. Chaque site doit être mouillé à une teneur en humidité de sol différente via l'ajout de quantités d'eau variées. Sur chaque site, une mesure de Field Scout TDR est effectuée suivie de l'extraction d'un volume connu de sol. Idéalement, cette procédure serait une carotte de sol non perturbé. Le poids mouillé de ce sol doit être déterminé. Le sol qui ne peut pas être pesé immédiatement doit être conservé dans un sac en plastique afin de réduire l'évaporation. Le sol est ensuite séché au four (température généralement requise : 105°C pendant 48 heures), puis re-pesé. La teneur volumétrique en eau est calculée comme suit :

$$\mathbf{TVE} = 100 * (M_{\text{mouillé}} - M_{\text{sec}}) / (r_e * V_{\text{tot}})$$

Si :

$M_{\text{mouillé}}$, M_{sec} = masse (g) de sol mouillé et sec respectivement

V_{tot} = volume de sol total (ml)

r_e = densité de l'eau (1g/ml)

Un autre calcul équivalent peut être obtenu à partir de la teneur en eau gravimétrique et la densité volumique du sol.

$$\mathbf{TVE} = \text{TEG} * (r_b / r_e)$$

Si TEG est la teneur en eau gravimétrique et r_b est la densité de message :

$$\text{TEG} = 100 * (M_{\text{mouillé}} - M_{\text{sec}}) / M_{\text{sec}}$$

$$r_b = M_{\text{sec}} / V_{\text{tot}}$$

La dernière étape est de déterminer les valeurs périodiques mesurées avec les mesures obtenues sur le compteur TDR Field Scout. L'analyse régressive peut être ensuite effectuée sur ces données afin de développer une équation permettant de convertir la période en TVE.

ANNEXE 2

VÉRIFICATIONS DES MESURES TVE

Deux tests peuvent être effectués pour vérifier que le compteur fonctionne correctement.

Test 1 (sans tiges) : Déconnecter les tiges du bloc de sonde. Sélectionner l'option Période pour le **Type d'humidité** (p. 12). Lorsque les tiges ne sont pas connectées, le compteur doit lire $1930 \pm 30 \mu\text{s}$.

Test 2 (tiges raccordées) : Les mesures peuvent être prises dans trois environnements standards : air, eau distillée et sable de terrain de jeu saturé en eau distillée. Il est important d'effectuer tout dépannage avec de l'eau distillée. Les mesures réalisées dans l'eau de robinet peuvent fortement diverger des résultats escomptés et observés dans l'eau distillée. Lorsque les mesures sont prises dans l'eau et dans du sable saturé, le conteneur doit avoir un diamètre d'au moins 3 pouces (7,5 cm) et être suffisamment haut pour que les tiges soient entièrement immergées ou insérées.

Les mesures doivent être prises avec le **Type de sol** paramétré sur standard (p. 11) et le **Type d'humidité** (p. 12) réglé sur le mode TDR 300. Vérifier que la **longueur de tige** correcte (p. 11) est sélectionnée. Le compteur doit lire $TVE=0\%$ dans l'air. Dans le sable saturé, il doit lire entre 35% et 45%. Le tableau ci-dessous donne les plages approximatives en teneur volumétrique en eau prévues pour les différentes longueurs de tige immergées dans l'eau distillée.

Longueur de tige	Eau
8 pouces (20 cm)	60 - 65%
4,8 pouces (12 cm)	70 - 75%
3 pouces (7,5 cm)	75 - 80%
1,5 pouces (3,8 cm)	65 - 70%

Remarque : Le compteur n'effectue pas de mesure complète dans l'eau car les équations de calibrage de l'humidité de l'eau ont été élaborées pour offrir la plus grande précision possible dans les teneurs volumétriques en eau généralement observées dans les sols minéraux.

ANNEXE 3

FAQ

1. Quels sont les paramètres d'usine par défaut ?

Longueur de tige	Terrain	Source Temp	Capteur de sol
Type de sol	Standard	Humidité	TVE
GPS, Bluetooth*	Désactivé	Unités CE	Indice de salinité
Rétro-éclairage	Désactivé	Auto-Arrêt	15 minutes
Son	Marche	Fuseau horaire	GMT
Température	Fahrenheit		

2. Quel type de capteur est utilisé pour mesurer la température de la surface ?

Le capteur situé sur la partie inférieure du bloc de sonde est une thermistance.

3. Quel type de correction différentielle existe-t-il pour le récepteur GPS ? *

Le Wide Area Augmentation System (WAAS) est utilisé en Amérique du Nord. L'Europe utilise le système européen de navigation par recouvrement géostationnaire (European Geostationary Navigation Overlay Service ou EGNOS).

4. Comment accéder à SpecConnect ? *

SpecConnect est un utilitaire Web sur abonnement. Contactez Spectrum Technologies ou votre revendeur pour plus d'informations.

** S'applique uniquement aux unités mises à niveau (voir p. 15).*

5. Je n'arrive pas à sauvegarder des données ou à charger le firmware avec ma clé USB.

Vérifier que le lecteur n'est pas plein. Vérifier que le lecteur a un format FAT ou FAT32.

GARANTIE

Le présent produit est garanti comme étant exempt de tout vice de matériau et de fabrication pendant un an à compter de la date d'achat. Durant la période de garantie, Spectrum, à sa seule discrétion, répare ou remplace les produits s'avérant défectueux. Cette garantie ne s'applique pas aux dommages liés à une installation, utilisation, allumage incorrects, à un accident, à des modifications non autorisées ou à des dommages directs ou indirects non liés au produit fourni par Spectrum. Avant de retourner une unité défectueuse, vous devez obtenir de Spectrum une autorisation de retour de matériel (ARM). Spectrum décline toute responsabilité quant à un emballage retourné sans numéro ARM valide ou à la perte de l'emballage par l'entreprise de transport.



DÉCLARATION DE CONFORMITÉ

Spectrum Technologies, Inc.
3600 Thayer Ct.
Aurora, IL 60504 États-Unis

Numéros de modèle : 6435
Description : Sonde portable Humidité de sol\Conductivité\Température
Type : Équipement électrique de mesure, de contrôle et pour
laboratoire Utilisation
Directive : 2004/30/UE
Normes : EN 61326-2:2012
EN 61000-6-1:2007
EN 61000-6-3:2007+A1:2010
ICES-003:2016; ITE Émissions pour le Canada (ANSI
C63.4:2014)
FCC Part 15:2016: Émissions pour rayonnements non
intentionnels pour les États-Unis (ANSI C63.4:2014)
EN 55032:2015

Paul Martis, Responsable de l'ingénierie de matériel (6 février 2017)

Spectrum[®] **Technologies, Inc.**

3600 Thayer Ct.
Aurora IL 60504
(800) 248-8873 ou (815) 436-4440
Fax : (815) 436-4460
E-mail : info@specmeters.com
www.specmeters.com