

***Capteurs de durée d'humectation  
237 et 237F  
Manuel d'utilisation***

*Issued 16.7.98  
Traduction du 16.07.2002*

Copyright ©1998 Campbell Scientific, Inc  
Copié sous licence par Campbell Scientific Ltd.



# ***GARANTIE***

---

Cet équipement est garanti contre tout vice de matériau, de façon et de logiciel. Cette garantie demeurera en vigueur pendant une période de douze mois à compter de la date de livraison. Nous nous engageons à réparer ou à remplacer les produits jugés défectueux pendant la période de garantie, à condition qu'ils nous soient renvoyés port payé. Cette garantie ne pourra être appliquée :

- A aucun équipement modifié ou altéré de quelque manière que ce soit sans une autorisation écrite de Campbell Scientific.
- Aux batteries.
- A aucun produit soumis à une utilisation abusive, un mauvais entretien, aux dégâts naturels ou endommagements lors du transport.

Campbell Scientific renverra les équipements sous garantie par voie de terre, frais de transport payés. Campbell Scientific ne remboursera ni les frais de démontage ni les frais de réinstallation du matériel. Cette garantie et les obligations de la société citées ci-dessous remplacent toute autre garantie explicite ou implicite, y compris l'aptitude et l'adéquation à une utilisation particulière. Campbell Scientific décline toute responsabilité en cas de dommages indirects.

Avant de renvoyer un équipement, veuillez nous en informer pour obtenir un numéro de référence de réparation, que les réparations soient effectuées ou non dans le cadre de la garantie. Veuillez préciser la nature du problème le plus clairement possible et, si l'appareil n'est plus sous garantie, joindre un bon de commande. Un devis pour les réparations sera fourni sur demande.

Le numéro de référence de réparation doit être indiqué clairement à l'extérieur du carton utilisé pour renvoyer tout équipement.

Veuillez noter que les produits envoyés par avion sont sujets à des frais de dédouanement que Campbell Scientific facturera au client. Ces frais sont bien souvent plus élevés que le prix de la réparation proprement dite.



Campbell Scientific Ltd,  
1, rue de Terre Neuve  
Miniparc du Verger  
Bât. H - Les Ulis  
91967 COURTABOEUF CEDEX, FRANCE  
Tél. : (+33) 1 69 29 96 77  
Fax : (+33) 1 69 29 96 65  
*Email : [campbell.scientific@wanadoo.fr](mailto:campbell.scientific@wanadoo.fr)*  
*[www.campbellsci.co.uk/fr/](http://www.campbellsci.co.uk/fr/)*



# *Table des matières*

---

<b>1. Description</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Branchement</b> .....	<b>1</b>
2.1. Capteur 237 .....	1
2.2. Capteur 237F .....	2
<b>3. Installation</b> .....	<b>3</b>
3.1. Eviter « les boucles de masse » (pour les deux modèles) .....	3
3.2. Capteur 237 .....	3
3.3. Capteur 237F .....	4
<b>4. Entretien</b> .....	<b>4</b>
<b>5. Programmation</b> .....	<b>4</b>
5.1. Mesure .....	5
5.2. Calcul de la résistance du capteur .....	5
5.3. Sortie – enregistrer la fraction de temps sec et humide .....	6
<b>6. Calibrage</b> .....	<b>6</b>
<b>7. Exemple de programme pour CR10/10X</b> .....	<b>6</b>

## **Figures**

1. Schéma de la grille 237 .....	2
2. Diagramme élargie du capteur de durée d'humectation 237F .....	3

## **Tableaux**

Tableau 1 : Table d'identification des résistances.....	2
Tableau 2 : Tensions d'excitation et codes d'étendues de mesure .....	5



# Capteurs de durée d'humectation, 237 et 237F

---

Les capteurs de durée d'humectation 237 et 237F, sont destinés pour de nombreuses applications industrielles nécessitant une surveillance de l'humidité. Ils fournissent une mesure simple du 'degré d'humidité' d'une surface à laquelle ils sont attachés. Après calibrage ils peuvent aussi être utilisés afin de mesurer le pourcentage de temps pendant lequel la surface est sèche ou humide.

## 1. Description

Le capteur 237 est constitué d'un circuit sur plaque rigide en epoxy (75 x 60 mm) avec des doigts en cuivre paqué or qui s'entrelacent. Le capteur 237F est constitué d'un circuit sur film flexible en polyimide (14 x 90 mm) avec des doigts en cuivre plaqué or qui s'entrelacent. La forme du capteur 237F permet de l'attacher facilement à des surfaces non planes.

La condensation ou la pluie présentes sur le capteur, baissent la résistance entre les doigts qui sont mesurés par la centrale de mesure. Des gouttes assez fines pour ne pas toucher au même moment, les doigts des capteurs, ne changent pas la résistance du capteurs. L'espacement entre les doigts du 237F est assez faible (0,25 mm), ce qui le rend très sensible aux fines gouttes. Le même genre de dessin de capteur a été utilisé pour détecter la condensation sur une plante, comme cela est discuté dans l'article suivant :

Wei, Y.Q., Bailey, B.J. et Stenning, B.C. Avril 1995. *A Wetness Sensor for Detecting Condensation on Tomato Plants in Greenhouses*. Journal of Agricultural Engineering Research (1995) 61: 197-204. © 1995 Silsoe Research Institute.

Les capteurs plus larges tels que le 237, sont souvent couvertes d'une fine couche de peinture en latex afin d'éparpiller les gouttes d'eau. La couleur et le type de peinture affecte la réponse du capteur. Campbell Scientific ne fournit que les capteurs à l'état brut, étant donné que les modifications individuelles sont différentes selon les applications. L'article suivant donne des détails sur l'effet de la couleur de la peinture et de l'angle du capteur, sur la réponse d'un capteur de mouillure de feuille :

Gillespie, T.J. et Kidd, G.E. 1978. Sensing duration of leaf moisture retention using electrical impedance grids Can. J. Plant Sci. 58:179-187.

## 2. Branchement

### 2.1. Capteur 237

La figure 1 est un schéma de la grille sensible à l'humidité 237. La 237 utilise une voie de mesure unipolaire. Le fil rouge 'HI' peut être mis sur une voie d'entrée positive ou négative (HI ou LO).

Le fil noir 'EX' se branche sur une voie d'excitation, et le fil clair est le blindage, qui se branche sur la masse d'alimentation (G) sur le CR10/10X, ou sur une autre voie non dédiée à la mesure de signal.

Le fil violet se branche sur la masse analogique. A noter que la masse analogique notée AG sur la CR10/10X, est la même que la masse G sur les 21X et CR7.

La CR500/510 est généralement programmée avec Short Cut ou SCwin (partie de PC200W), et fournit alors un schéma de câblage correspondant. Ce schéma de câblage devra toujours être suivi lorsqu'on utilise ce logiciel, quel que soit la centrale utilisée.

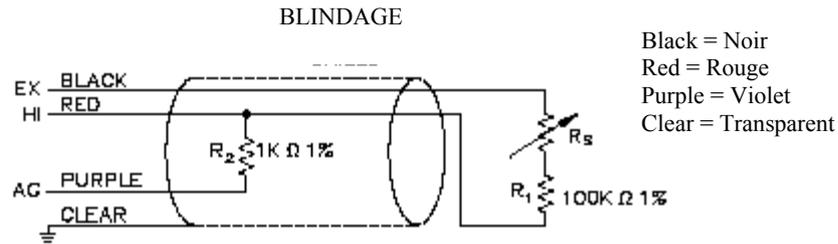


Figure 1: Schéma du capteur de durée d'humectation, 237.

## 2.2. Capteur 237F

Le capteur 237F est fourni sous forme de circuit 'nu' plus des résistances de pont. Ceci vous permettra de sélectionner le type de câble le plus approprié, ainsi que la position adéquate de la résistance, pour votre application particulière. Le capteur devrait être utilisé dans la même configuration que celle de la figure 1, avec les résistances de 1kOhm et 100kOhm précises à 1%, positionnées comme cela est indiqué.

Assurez-vous de connecter la bonne résistance sur la bonne portion du circuit. Les résistances ont un code couleur (à 6 bandes), permettant de les identifier grâce au tableau 1.

Tableau 1 : Identification des résistances						
<b>Résistance 1kOhm</b>	Marron	Noir	Noir	Marron	Marron	Rouge
<b>Résistance 100kOhm</b>	Marron	Noir	Noir	Orange	Marron	Rouge

Pour des câbles de faible longueur (moins de 10 mètres) entre le 237F et la centrale de mesure, on peut utiliser pratiquement n'importe quel genre de câble conducteur à 2 fils. La résistance de 100kOhm montrée sur la figure 1, peut être montée du côté de la centrale de mesure, sur le fil qui est relié au canal d'excitation.

Pour de longs câbles (plus de 10 mètres), choisissez un câble blindé et à faible capacité, en polyéthylène ou polypropylène (et pas du PVC). Pour de longs câbles, la résistance 100kOhm doit être mise en place à côté du capteur comme cela est indiqué sur la figure 1, pour prévenir des erreurs de stabilisation.

**ATTENTION** Dans tous les cas il est indispensable que la résistance reste sèche (grâce à l'utilisation d'une gaine thermo-rétractable), car même une faible couche d'eau sur la résistance, induira une erreur significative sur la mesure de résistance, et cela peut entraîner des mesures négatives.

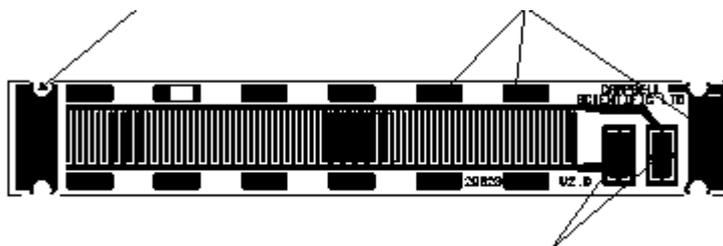
Soudez la partie étamée d'une extrémité du câble sur le capteur 237F, au niveau des parties destinées à attacher le capteur, montrées sur la figure 2. Lorsque vous soudez sur le film, utilisez un fer à souder propre et une soudure de bonne qualité.

**ATTENTION** Merci de suivre ces recommandations lors de la soudure sur le film :

- Ne chauffez pas de façon excessive lorsque vous soudez, et utilisez le minimum de soudure nécessaire pour donner une bonne jonction.
- Nettoyez les restes de soudure afin d'éviter que cela ne corrode le circuit. – utilisez un solvant (tel que l'isopropanol) pour retirer les restes de soudure.
- Ne pas rayer le circuit car cela pourrait endommager le placage en or.
- Pour une installation à long terme, peignez les soudure entre fil et circuit avec de la laque dédié à une utilisation en extérieur. *Ne peignez pas la grille !*

4 encoches peuvent être utilisées pour attacher des fils ou des élastiques.

Ces espaces peuvent être utilisés pour souder des câbles de boucle d'attache.



Deux emplacements pour souder le capteur

Figure 2 : Diagramme élargi du capteur de durée d'humectation, 237F

## 3. Installation

### 3.1. Eviter « les boucles de masse » (pour les deux modèles)

La centrale de mesure calcule le degré d'humectation du capteur en effectuant une mesure de chute de tension au travers de la résistance de référence connectée à la terre. Lors de l'installation vous devrez faire attention à ce qu'il n'y ait pas de boucle de masse, depuis la partie exposée de l'élément de la grille. Une quelconque boucle de masse, diminuera la tension mesurée et causera une augmentation apparente de la résistance du capteur.

Dans la pratique il est difficile d'éviter de tels boucles de masse, car l'humidité fournira inévitablement des chemins de passage à la masse – via le support de montage ou la plante. Afin de minimiser les erreurs de lecture, essayez de vous assurer que les passages potentiels à la masse, sont les plus loin possibles.

Lorsque plusieurs capteurs sont installés à proximité les uns des autres, il peut être nécessaire d'utiliser un multiplexeur tel que l'AM416 ou l'AM16/32, afin d'isoler les capteurs entre eux et faire en sorte qu'ils ne fassent pas de passages en parallèle vers la masse. Contactez Campbell Scientific pour plus de plus amples informations à ce sujet.

### 3.2. Capteur 237

Quand le capteur 237 est utilisé pour estimer le taux d'humectation des feuilles, il faut le mettre sur la plante et dans la canopée, avec un angle qui représente l'angle moyen des feuilles par rapport à l'horizontal. Le capteur peut être monté, grâce à des vis isolantes en nylon passant par les trous destinés au montage du circuit, sur un bras de montage approprié.

---

**ATTENTION** Ne montez pas le capteur sur une masse thermique importante, tel qu'une plaque métallique, car cela lui donnera une réponse thermique très différente de celle d'une feuille, vis à vis de la formation de rosée ou du séchage de la pluie par exemple.

---

Si vous n'utilisez le capteur que dans le but de détecter la présence de pluie, il peut alors être monté sur un mât ou le bras de montage d'une station météo. Dans ce cas, montez le capteur avec un angle de 45°, ce qui permettra à l'humidité en excès de s'évacuer rapidement, et donnera une meilleure estimation du moment où la pluie cesse.

Dans certains cas, les oiseaux peuvent causer des problèmes si ils se posent ou urinent sur le capteur. On peut éviter ces problèmes en mettant des pics à proximité des capteurs. Quand le capteur est monté sur le bras de montage d'un trépied, on peut utiliser des câbles pointant vers le haut, attachés autour des bras.

### 3.3. Capteur 237F

Le 237F peut être installé de plusieurs façons, selon les applications.

Pour un montage sur une surface plane, le capteur peut être fixé à la surface à l'aide d'un matériau composite adéquat en film polyimide. Pour une installation permanente, des adhésifs à base d'époxy ou de solvants, peuvent être utilisés. Pour une installation temporaire, un ruban adhésif double face et résistant à l'eau pourra être plus pratique.

Quand le capteur est attaché à un objet cylindrique tel qu'un fruit ou la tige d'une plante, on peut utiliser une bande élastique ou un fil de nylon. Le capteur a quatre encoches en demi-cercle sur ses coins, ce qui fait qu'on peut s'en servir pour maintenir le capteur autour de la tige avec un élastique ou du fil. Sinon vous pouvez souder des petites anneaux, des crochets ou des fils sur les espaces qui sont prévus à cet effet, en bordure du capteur, afin d'avoir d'autres points d'attache (voir figure 2).

Pour de petits objets, le film du capteur peut être coupé au travers de la grille et former ainsi un capteur plus court. Les caractéristiques de résistivité du capteur changeront de façon directement proportionnelle à la longueur restant pour la grille, par rapport à la longueur d'origine.

---

**ATTENTION** Faites bien attention lors de l'installation des capteurs 237F. Bien qu'ils soient flexibles, ils peuvent être endommagés et ne devraient jamais être pliés avec des angles aigus. De plus, les capteurs seront endommagés plus rapidement si ils fléchissent ou vibrent continuellement. C'est pourquoi ils devraient toujours être collés ou attachés de façon sûre dans une position de mode opératoire normal.

---

## 4. Entretien

Le seul entretien nécessaire pour les deux types de capteur, est de nettoyer la poussière à intervalle de temps régulier (quelques semaines ou quelques mois selon les conditions du site). Le nettoyage s'effectue avec un chiffon doux imprégné d'eau, de détergent ou d'isopropanol.

---

**ATTENTION** Ne pas frotter ou abraser le capteur car cela pourrait endommager le plaquage or.

---

Dans des atmosphères corrosives, le capteur peut éventuellement se corroder s'il y a une fissure dans le plaquage or. Cela entraînera éventuellement le besoin de remplacer le capteur, mais le capteur peut être utilisé avec une corrosion partielle n'entraînant qu'une faible perte de précision. Le fonctionnement du capteur peut être facilement surveillé en suivant le signal en sortie lors d'un cycle humide / sec.

## 5. Programmation

Il y a trois étapes incluses dans la programmation de la centrale de mesure, afin de sortir des résultats d'humectation de la feuille grâce aux capteurs 237 / 237F : l'excitation et la mesure du capteur, le calcul de la résistance du capteur, et la programmation afin d'obtenir la donnée voulue en sortie.

Campbell Scientific fournit différents types de logiciels de programmation afin de vous aider à programmer votre centrale de mesure. PC200W avec Short Cut ou SCWIN ont un générateur de programme facile à utiliser, qui génère un diagramme de câblage correspondant au capteur. PC208W est plus puissant que PC200W ; il inclut l'éditeur de programme Edlog.

Un exemple de programme partiel, et donné au paragraphe 7 pour une CR10/10X.

## 5.1. Mesure

L'instruction de mesure de demi pont CA (Instruction 5), est utilisée pour lire le signal en sortie du capteur 237 / 237F. L'instruction 5 donne comme résultat, le rapport de la tension mesurée sur la tension d'excitation ( $V_s / V_x$ ), ce qui correspond au rapport de résistances (voir figure 1) :

$$V_s / V_x = R_2 / (R_2 + R_1 + R_s)$$

Le programme de la centrale de mesure devra utiliser les tensions d'excitation et les étendues de mesure en sortie, qui sont donnés au tableau 2. Un multiplicateur de 1.0 et un offset de 0 donne une sortie directe de  $V_s / V_x$ .

Tableau 2 : Tensions d'excitation et codes d'étendues de mesure		
Centrale de mesure	Tension d'excitation	Code d'étendue de mesure
CR7	5000mV	14 (50mV, rapide)
CR10/10X & CR500/510*	2500mV	13 (25mV, rapide)
21X	5000mV	13 (50mV, rapide)
CR23X	5000mV	12 (50mV, rapide)

\* La CR500/510 est généralement programmée avec Short Cut ou SCWIN.

Si cela est demandé, la lecture du 0 (sec) et du 100 (mouillé) peut être obtenu de la façon suivante :

1. Noter les lectures  $X_{sd}$  lorsque le capteur est sec
2. Mouiller le capteur afin de simuler l'état d'humectation qu'il atteindra lorsqu'il sera sur le terrain, et noter les lectures de  $X_{sw}$ .
3. Calculer le multiplicateur M depuis l'équation suivante :
 
$$100 = M (X_{sw} - X_{sd})$$
4. L'offset B est alors donné par :
 
$$B = -MX_{sd}$$

L'offset et le multiplicateur calculés ci-dessus peuvent être utilisés à partir d'ici, dans l'instruction 5. Merci de noter que cette mise à l'échelle est susceptible de ne pas être linéaire. La lecture exacte du degré d'humidité dépendra de l'état de propreté du capteur, et du type d'eau utilisée. Pour de meilleurs résultats il est préférable d'utiliser un échantillon de l'eau que l'on s'attend à avoir sur le capteur à l'endroit où il est installé (soit de l'eau de pluie).

## 5.2. Calcul de la résistance du capteur

Une expression alternative pour le degré d'humectation de la feuille, est celle de la résistance du capteur ( $R_s$ ) en milliers d'Ohms (kOhms).  $R_s$  est calculée de la façon suivante :

$$R_s = R_2 / (V_s / V_x) - R_2 - R_1$$

Avec  $R_2$  qui est 1 Kohm et  $R_1$  qui est 1000 kOhm. Si on substitue ces deux valeurs, on obtient :

$$R_s = 1 / (V_s/V_x) - 101$$

Après l'instruction 5 on utilise l'instruction 42 afin d'inverser  $V_s / V_x$ . L'instruction 43 est alors utilisée pour ajouter -101 kOhm. Le résultat est la résistance du capteur en kOhm (voir le paragraphe 7).

La résistance du capteur varie entre 3000 kOhm lorsqu'il est sec, à moins d'1 kOhm lorsqu'il est mouillé. Les capteurs 237 et 237F ont des caractéristiques de résistance qui sont très similaires. Si vous enregistrez des mesures de résistance, la valeur sera 99999 si le capteur est complètement sec. Un capteur sec est un circuit ouvert, qui a par conséquent une très forte résistivité.

### 5.3. Sortie – enregistrer la fraction de temps sec et humide

L'enregistrement de la fraction de temps pendant laquelle il fait sec ou humide, ne peut être fait qu'une fois que le point de transition entre l'état sec et humide est déterminé (voir paragraphe 6).

La fraction de temps pendant laquelle le capteur est sec ou humide, peut être obtenue en utilisant l'instruction d'histogramme (instruction 75), avec deux intervalles et une forme ouverte. La variable pour l'histogramme, est l'espace mémoire contenant la valeur en sortie du capteur. La valeur limite inférieure de l'histogramme est 0, et la valeur supérieure est de deux fois la valeur déterminée pour la transition entre l'état sec et humide. Les valeurs supérieures à deux fois la valeur de transition, seront comprises dans le second intervalle car l'histogramme est de forme « ouverte ». Le premier intervalle donne la fraction de l'intervalle pour lequel la sortie du capteur correspond à « sec » ; le second intervalle correspond à « humide ». Il faut multiplier ces deux fractions par 100 pour avoir le pourcentage de temps humide ou sec.

## 6. Calibrage

Le calibrage des 237 / 237F est fait en mesurant la résistance du capteur ou point de transition entre l'état sec et humide. Un changement rapide de la résistance se passe autour du point de transition, pour un capteur non enduit. Les capteurs enduits, par contre, ont un point de transition mal défini. La résistance de transition pour un capteur non enduit, se situe entre 50 et 200 kOhm. Les capteurs enduits ont un point de transition qui se situe normalement entre 20 et 1000 kOhm. Les caractéristiques de résistance des capteurs 237 et 237F sont très similaires.

Pour de meilleurs résultats, les capteurs sensibles à l'humidité devraient être calibrés sur le terrain, étant donné que le point de transition variera selon les endroits dans la végétation. Placez le capteur sur la végétation pour laquelle on doit mesurer l'humidité, et observez la végétation jusqu'à ce qu'elle soit dans l'état que l'on considèrera comme humide. Quand cet état est atteint, notez la mesure de résistance effectuée par la centrale de mesure. Cette résistance sera le point de transition.

**NOTE** La résistance du capteur est artificiellement réduite par des contaminations tels les empreintes de doigts ou les tâches. Avant de peindre le capteur (seulement pour le 237) ou avant de le calibrer, nettoyez-le avec de l'alcool afin d'enlever les contaminations éventuelles.

## 7. Exemple de programme pour CR10/10X

L'exemple de programme ci-dessous mesure les résistances d'un capteur 237 toutes les 15 minutes, calcule la résistance et fournit en sortie la fraction de temps humide par jour, en prenant 150kOhm comme point de transition entre humide et sec.

**NOTE** Les valeurs pour les étiquettes d'espace mémoire et les numéros de voies / port, peuvent être différents de ceux de l'exemple ci-dessous, afin de correspondre à votre câblage réel.

```

;{CR10X}
;
*Table 1 Program
01: 900 Execution Interval (seconds) ; intervalle d'exécution de 15 minutes

1: AC Half Bridge (P5) ; excite et mesure le capteur 237
2: 13    25 mV Fast Range
3: 1     SE Channel
4: 1     Excite all reps w/Exchan 1
5: 2500  mV Excitation
6: 1     Loc [ VsoverVx ] ; met le résultat de Vs / Vx dans l'espace mémoire n°1
7: 1.0   Mult
8: 0.0   Offset

2: Z=ABS(X) (P43) ; convertit la valeur absolue afin d'éviter des problèmes d'offset avec -Ve
1: 1     X Loc [ VsoverVx ]
2: 1     Z Loc [ VsoverVx ]

```

**3: Z=1/X (P42)** ; prend l'inverse de Vs / Vx et met le résultat dans un nouvel espace mémoire

1: 1 X Loc [ VsoverVx ]

2: 2 Z Loc [ Res\_Loc ]

**4: Z=X+F (P34)**

1: 2 X Loc [ Res\_Loc ]

2: -101 F ; ajoute -101,00 pour avoir la résistance (en kOhm)

3: 2 Z Loc [ Res\_Loc ]

**5: If time is (P92)** ; une fois toutes les 24 heures

1: 0000 Minutes (Seconds --) into a

2: 1440 Interval (same units as above)

3: 10 Set Output Flag High (Flag 0) ; enregistrer en sortie

**6: Real Time (P77)**

1: 220 Day,Hour/Minute (midnight = 2400) ; le jour julien et l'heure

**7: Histogram (P75)** ; et la fraction de temps sec et humide pendant cette journée

1: 1 Reps

2: 2 No. of Bins

3: 0 Open Form

4: 2 Bin Select Value Loc [ Res\_Loc ]

5: 0 Frequency Distribution

6: 0 Low Limit

7: 300 High Limit

**\*Table 2 Program**

**02: 0.0000 Execution Interval (seconds)**

**\*Table 3 Subroutines**

**End Program**