



TABLE DES MATIERES

1	INTRODUCTION	3
2	PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT.....	4
3	INSTALLATION	4
4	CONNEXIONS ÉLECTRIQUES	9
4.1	CONNEXIONS LPPYRA02	9
4.2	CONNEXIONS LPPYRA02AC[4].....	10
4.3	CONNEXION LPPYRA02AV[4]	10
4.4	CONNEXION LPPYRA02S	11
4.5	CONNEXION LPPYRA02S12.....	12
4.6	CONNEXION LPPYRA02ACS[4]	13
5	EXECUTION DES MESURES (VERSION SORTIE ANALOGIQUE)	14
5.1	LPPYRA02	14
5.2	LPPYRA02AC[S][4]	14
5.3	LPPYRA02AV[4]	14
6	SORTIE RS485 MODBUS-RTU.....	15
6.1	REGLAGE DE PARAMETRES DE COMMUNICATION.....	15
6.2	LECTURE DE MESURES AVEC LE PROTOCOL MODBUS-RTU PROTOCOL	17
7	SDI-12 OUTPUT	18
8	MANUTENTION	22
9	CARACTERISTIQUES TECHNIQUES.....	23
10	ISTRUCTIONS POUR LA SÉCURITÉ.....	24
11	CODES DE COMMANDE DES ACCESSOIRES.....	25

1 INTRODUCTION

Le pyranomètre LPPYRA02 mesure l'éclairement énergétique sur une surface plate (W/m^2). L'éclairement énergétique mesuré est la somme du rayonnement direct produit par le soleil et le rayonnement diffus (éclairement énergétique global).

Le LPPYRA02 est un pyranomètre classifié comme Spectrally Flat Class B (First Class) selon la norme ISO 9060 :2018, et selon la publication « Guide to meteorological Instruments and Methods of Observation''' du WMO.

Le pyranomètre est disponible dans les versions suivantes :

- **LPPYRA02:** PASSIF.
La version passive peut être branchée aux instruments indicateurs DO9847 et HD31 à travers le module SICRAM VP472.
- **LPPYRA02AC:** ACTIF avec sortie en COURANT 4..20 mA (0...2000 W/m^2).
- **LPPYRA02AC4:** ACTIF avec sortie en COURANT 4..20 mA (0...4000 W/m^2).
- **LPPYRA02ACS:** ACTIF avec sortie en COURANT 4..20 mA (0...2000 W/m^2) et sortie RS485 Modbus-RTU.
- **LPPYRA02ACS4:** ACTIF avec sortie en COURANT 4..20 mA (0...4000 W/m^2) et sortie RS485 Modbus-RTU.
- **LPPYRA02AV:** ACTIF avec sortie en TENSION 0..1 ou 0..5 ou 0..10 V (0...2000 W/m^2) à établir au moment de la commande.
- **LPPYRA02AV4:** ACTIF avec sortie en TENSION 0..1 ou 0..5 ou 0..10 V (0...4000 W/m^2) à établir au moment de la commande.
- **LPPYRA02S:** avec sortie RS485 Modbus-RTU.
- **LPPYRA02S12:** avec sortie SDI-12.

Le pyranomètre est livré étalonné en usine et avec un rapport d'étalonnage. L'étalonnage est effectué conformément à la norme 9847:1992 (type IIC): "Calibration of field pyranometers by comparison to a reference pyranometer". Le pyranomètre est étalonné par comparaison avec l'échantillon de référence étalonné annuellement au WRC (World Radiation center).

2 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Le pyranomètre LP PYRA02 se base sur un capteur à thermopile. La surface sensible de la thermopile est revêtue d'un vernis noir opaque qui permet au pyranomètre de n'être pas sélectif envers les différentes longueurs d'onde. La plage spectrale du pyranomètre est déterminée par la transmission des deux dômes en verre de type K5.

L'énergie radiante est absorbée par la surface noire de la thermopile, créant ainsi une différence de température entre le centre de la thermopile (jonction chaude) et le corps du pyranomètre (jonction froide). La différence de température entre jonction chaude et jonction froide va être transformée en Différence de Potentiel grâce à l'effet Seebeck.

Le LPPYRA02 est pourvu de deux dômes concentriques ayant un diamètre externe de 50 mm et 32 mm respectivement, cela pour garantir une isolation thermique adéquate de la thermopile contre le vent et pour réduire la sensibilité au rayonnement thermique. Les dômes protègent la thermopile de la poussière qui en pourrait modifier la sensibilité spectrale en se déposant sur la surface noire.

Pour éviter la formation de condensation interne sur la face interne du dôme dans certaines conditions climatiques, des pastilles de gel de silice sont insérées à l'intérieur du pyranomètre pour absorber l'humidité.

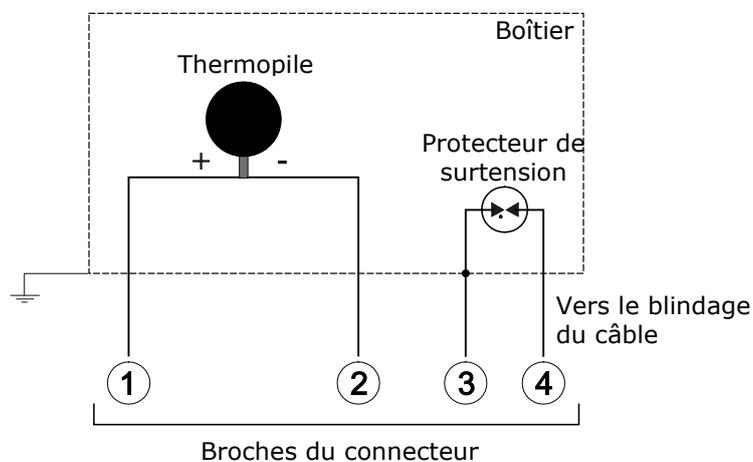


Fig. 2.1 : schéma de principe LPPYRA02 (version avec sortie mV)

3 INSTALLATION

Avant d'installer le pyranomètre, on devra charger la cartouche contenant les cristaux de gel de silice. Le gel de silice a la fonction d'absorber l'humidité dans la chambre du dôme qui, en des conditions particulières, pourrait causer la formation de condensation sur la partie intérieure du dôme, en altérant la mesure.

Pendant le chargement des cristaux de gel de silice on devra éviter de les mouiller ou de les toucher avec les mains. Les opérations à effectuer dans un milieu sec (autant que possible) sont les suivantes:

1. Dévisser les trois vis qui fixent l'écran blanc
2. Dévisser la cartouche porte-gel de silice par moyen d'une monnaie
3. Enlever le bouchon percé de la cartouche
4. Ouvrir le sachet (en dotation au pyranomètre) contenant le gel de silice
5. Remplir la cartouche avec les cristaux de gel de silice
6. Refermer la cartouche avec son propre bouchon, s'assurant que l'O-ring de tenue soit positionné correctement
7. Visser la cartouche au corps du pyranomètre à l'aide d'une monnaie
8. S'assurer que la cartouche soit bien vissée (au cas contraire la durée des cristaux de gel de silice se réduit)
9. Positionner l'écran et le visser avec les vis
10. Le pyranomètre est prêt pour être utilisé

La figure suivante montre brièvement les opérations nécessaires pour le chargement de la cartouche avec les cristaux de gel de silice.

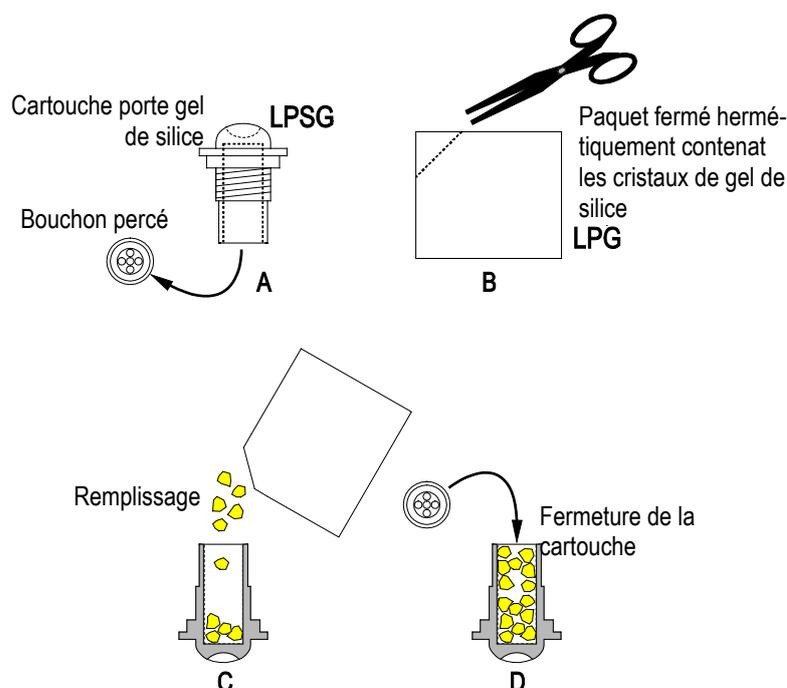


Fig. 3.1 : remplissage de la cartouche de gel de silice

- Le pyranomètre doit être installé dans une position aisément accessible pour un nettoyage périodique du dôme extérieur et pour la maintenance. En même temps, on devra éviter que des bâtiments, des arbres ou des obstacles de n'importe quel type supèrent le plan horizontal sur lequel le pyranomètre a été placé. Si cela n'est pas possible, on conseille de choisir une position où les obstacles présents sur le parcours du soleil de l'aube au coucher soient inférieurs à 5°. **N.B. La présence d'obstacles sur la ligne de l'horizon influence de manière sensible la mesure du rayonnement direct.**
- Le pyranomètre doit être placé loin de tout type d'obstacle qui puisse projeter le reflet du soleil (ou son ombre) sur le pyranomètre même.
- Quand le pyranomètre est utilisé sans l'écran blanc, il doit être positionné de façon que le câble électrique sorte du côté du pôle NORD, si on l'utilise dans l'hémisphère NORD et du côté du pôle SUD si on l'utilise dans l'hémisphère SUD, en conformité avec la norme ISO TR9901 et aux recommandations du WMO. En tout cas, il est préférable de suivre cette recommandation même lorsqu'on utilise l'écran.
- Pour la fixation, utiliser les trous sur le corps du pyranomètre (enlever l'écran blanc pour accéder aux trous et le repositionner après le montage) ou les accessoires appropriés (voir les figures ci-dessous). Afin de permettre un positionnement horizontal précis, le pyranomètre est équipé d'un dispositif de mise à niveau : le réglage s'effectue au moyen des deux vis de mise à niveau qui permettent de régler l'inclinaison du pyranomètre. La hauteur du mât ne dépasse pas le plan du pyranomètre afin d'éviter les erreurs de mesure causées par une éventuelle réverbération ou ombre du mât lui-même.
- Il est préférable d'isoler thermiquement le pyranomètre de son support ; en même temps, s'assurer qu'il y ait un bon contact électrique vers la masse.

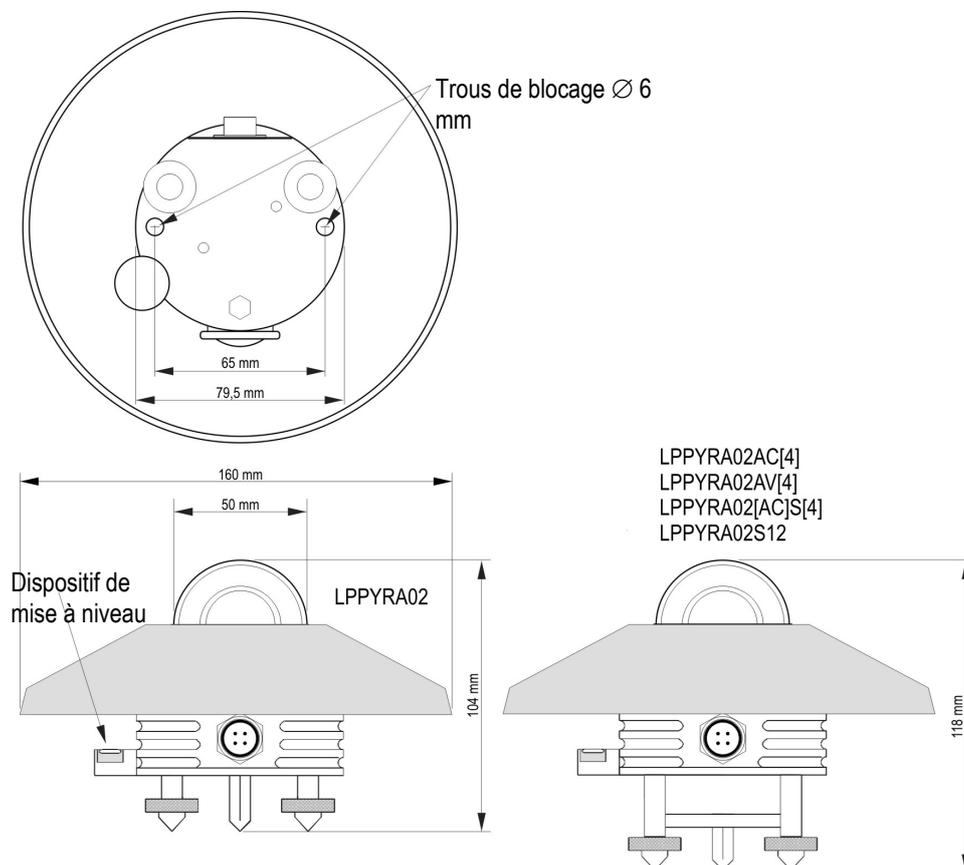


Fig. 3.2 : trous de fixation et dispositif de nivellement

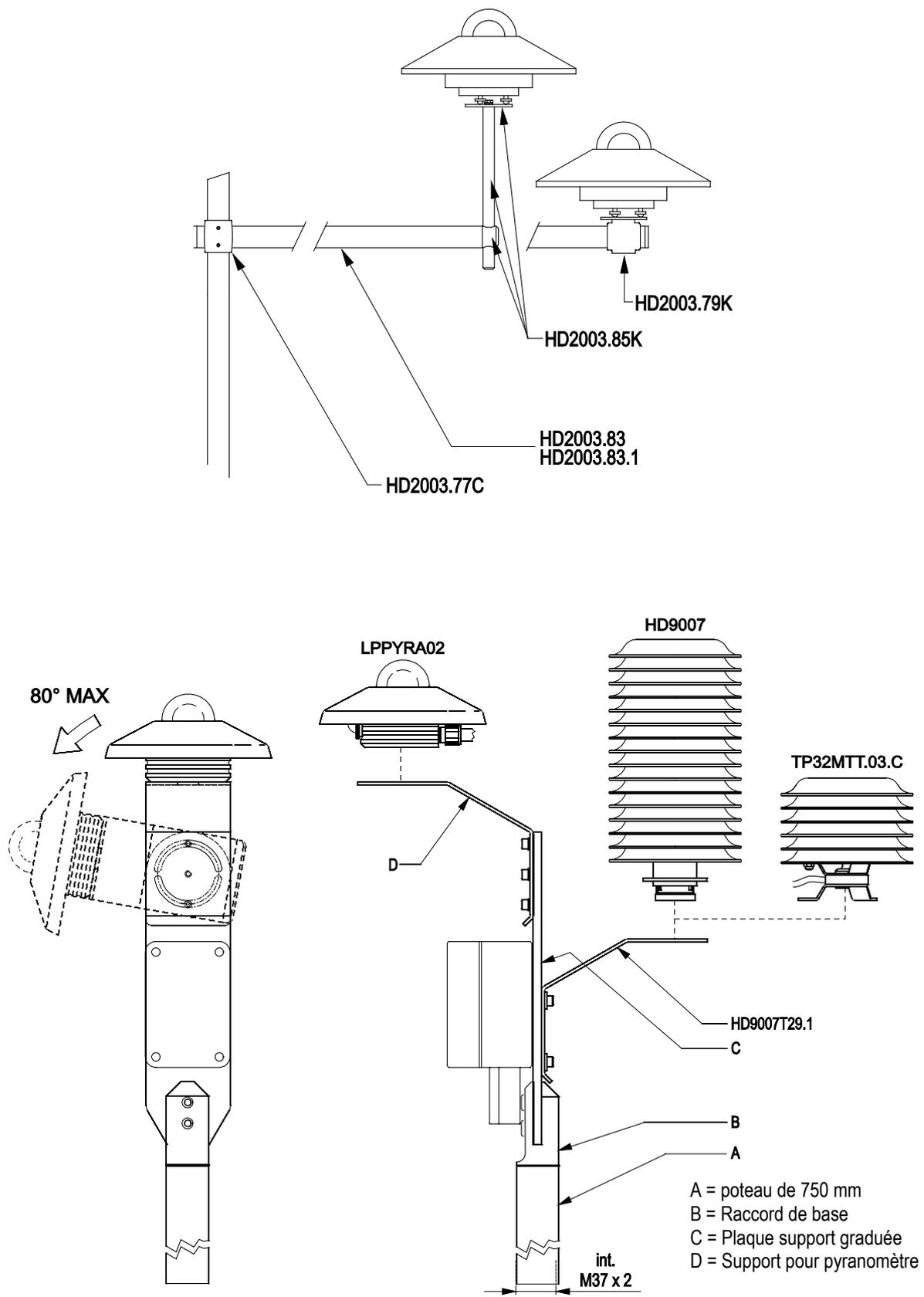


Fig. 3.3: accessoires de fixation

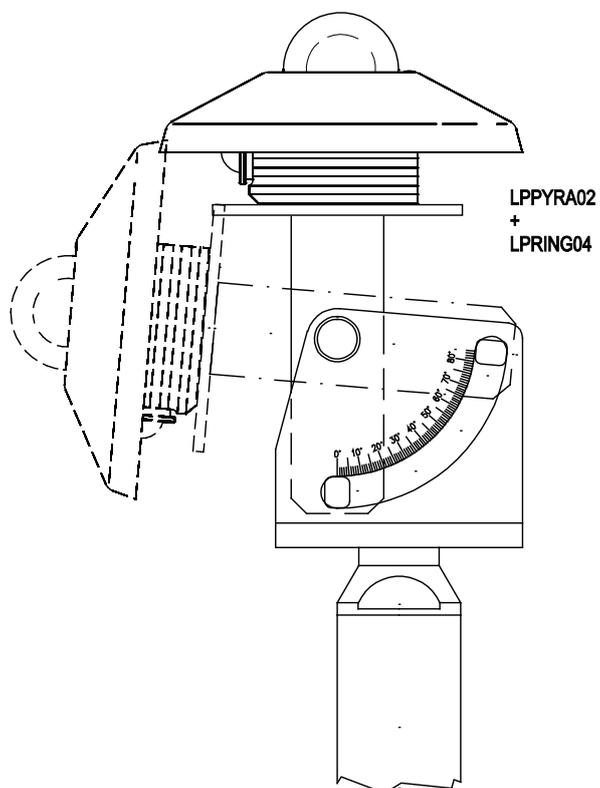
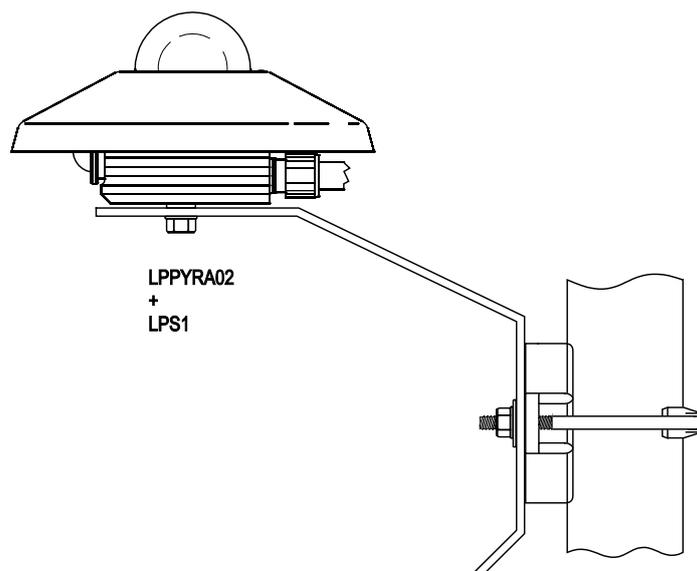


Fig. 3.4: accessoires de fixation

4 CONNEXIONS ÉLECTRIQUES

LPPYRA02, **LPPYRA02AC[4]** et **LPPYRA02AV[4]** ont un connecteur à 4 pôles et utilisent les **câbles optionnels CPM12AA4...**, avec un connecteur à 4 pôles d'un côté et des fils ouverts de l'autre côté.

LPPYRA02S et **LPPYRA02S12** ont un connecteur à 8 pôles et utilisent les **câbles optionnels CPM12-8D...** avec un connecteur à 8 pôles d'un côté et des fils ouverts de l'autre côté.

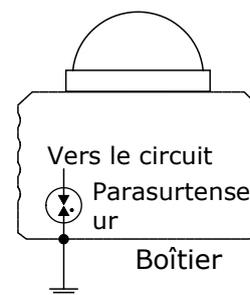
LPPYRA02ACS[4] a un connecteur à 8 pôles et utilisent les **câbles optionnels CPM12-8DA...** avec un connecteur à 8 pôles d'un côté et des fils ouverts de l'autre côté.



Le boîtier métallique du pyranomètre doit de préférence être mis à la terre (\perp) localement. Dans ce cas, ne branchez pas le fil du câble correspondant au boîtier pour éviter les boucles de masse.

Seulement s'il n'est pas possible de mettre à la terre localement le boîtier métallique du pyranomètre, connecter le fil du câble correspondant au boîtier à la terre (\perp). Remarque : dans LPPYRA02AV[4] le boîtier n'est pas connecté au connecteur.

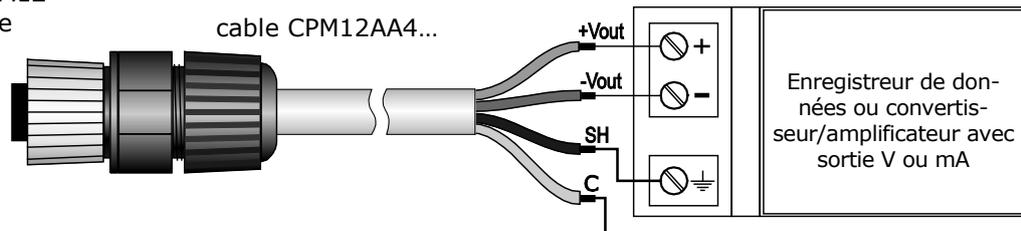
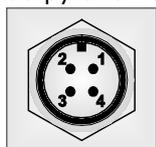
A l'intérieur du boîtier se trouve un parasurtenseur connecté entre le boîtier lui-même et le circuit électronique (modèles alimentés) ou le blindage du câble (modèle passif). La mise à la terre du boîtier permet la fonction de protection correcte (notamment contre la foudre) du parafoudre. Connexions LPPYRA02



Le pyranomètre LPPYRA02 est passif et n'a pas besoin d'alimentation. Il est à raccorder soit à un millivoltmètre, soit à un système d'acquisition de données. Typiquement, le signal de sortie du pyranomètre ne dépasse pas 20 mV. Afin de mieux exploiter les fonctionnalités du pyranomètre, l'instrument de lecture doit avoir une résolution de 1 V.

Connecteur	Fonction	Couleur
1	+Vout	Rouge
2	-Vout	Bleu
3	Boîtier (C)	Blanc
4	Blindage de câble (SH)	Noir

Connecteur mâle M12 du pyranomètre



Se connecter à la terre uniquement s'il n'est pas possible de mettre à la terre localement le boîtier du pyranomètre

Fig. 4.1: LPPYRA02 connexions

4.1 CONNEXIONS LPPYRA02AC[4]

Le pyranomètre LPPYRA02AC[4] a une sortie **4...20 mA** et nécessite une alimentation externe de **10...30 Vdc**. Il doit être connecté à une alimentation et à un instrument avec une entrée 4...20 mA comme indiqué sur la fig. 4.2. La résistance de charge de l'instrument lisant le signal doit être $\leq 500 \Omega$.

Connecteur	Fonction	Couleur
1	Positive (Iin)	Rouge
2	Negative (Iout)	Bleu
3	Boîtier (C)	Blanc
4	Blindage de câble (SH)	Noir

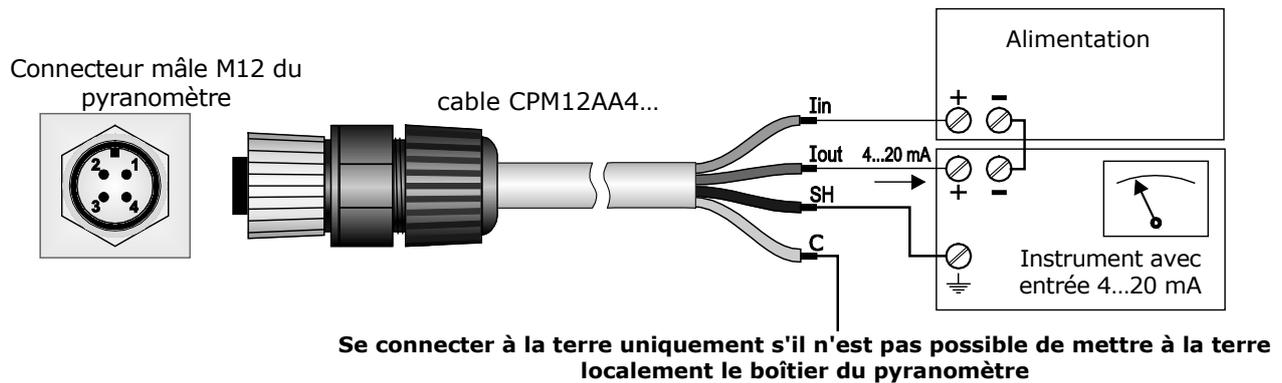


Fig. 4.2: LPPYRA02AC[4] connexions

4.2 CONNEXION LPPYRA02AV[4]

Le pyranomètre LPPYRA02AV[4] a une sortie de **0...1 V**, **0...5 V** ou **0...10 V** (selon la sortie commandée) et nécessite une alimentation externe: **10...30 Vdc** pour les sorties 0...1 V et 0...5 V, **15...30 Vdc** pour la sortie 0...10 V. Il doit être connecté à une alimentation et à un instrument avec entrée de tension comme indiqué sur la fig. 4.3. La résistance de charge de l'instrument qui lit le signal doit être $\geq 100 \text{ k}\Omega$.

Connecteur	Fonction	Couleur
1	Sortie positive (+Vout)	Rouge
2	Sortie négative Alimentation négative (GND)	Bleu
3	Alimentation positive (+Vdc)	Blanc
4	Blindage de câble (SH)	Noir

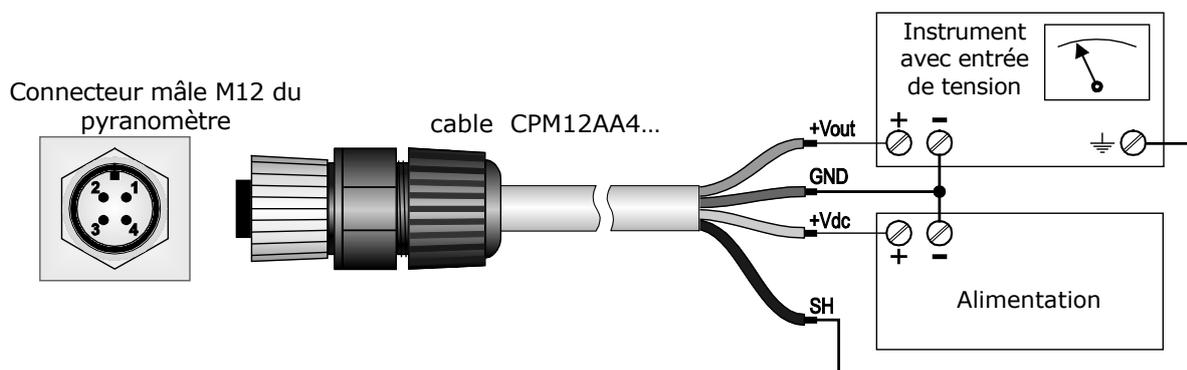


Fig. 4.3: LPPYRA02AV[4] connexions

4.3 CONNEXION LPPYRA02S

Le pyranomètre LPPYRA02S a une sortie RS485 Modbus-RTU et nécessite une alimentation externe 5...30 Vdc. Il est à connecter à une alimentation et à un automate, un enregistreur de données ou un convertisseur RS485/USB ou RS485/RS232 pour PC comme indiqué sur la fig. 4.4. La sortie RS485 n'est pas isolée.

Connecteur	Fonction	Couleur
1	Alimentation négative (GND)	Bleu
2	Alimentation positive (+Vdc)	Rouge
3	Pas connecté	
4	RS485 A/-	Marron
5	RS485 B/+	Blanc
6	Boîtier / Blindage de câble (SH)	Noir
7	Pas connecté	
8	Pas connecté	

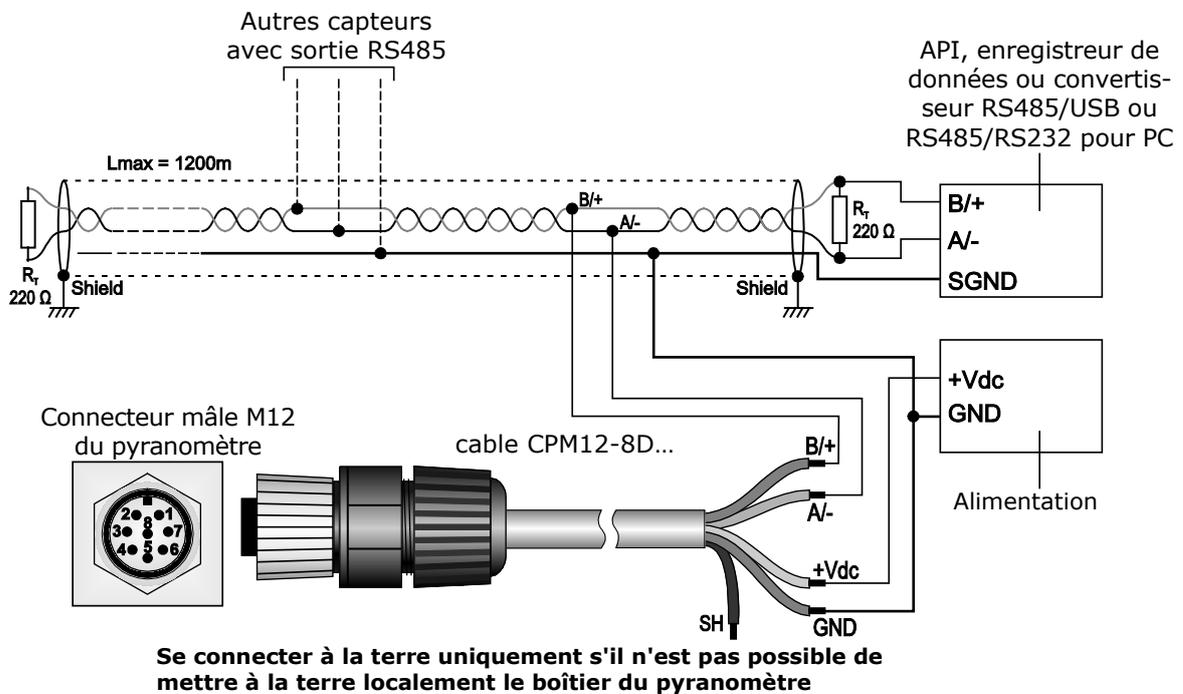


Fig. 4.4 : Connexions LPPYRA02S

Avant de connecter le pyranomètre au réseau RS485, régler l'adresse et les paramètres de communication, s'ils sont différents du pré-réglage usine (voir chapitre 6).

4.4 CONNEXION LPPYRA02S12

Le pyranomètre LPPYRA02S12 a une sortie SDI-12 et nécessite une alimentation externe 7...30 Vdc. Il est à raccorder à une alimentation électrique et à un système d'acquisition (data logger) comme indiqué sur la fig. 4.5.

Connecteur	Fonction	Couleur du câble
1	Alimentation négative (GND) SDI-12 sortie négative	Bleu
2	Alimentation positive (+Vdc)	Rouge
3	Pas connecté	
4	Pas connecté	
5	SDI-12 sortie positive	Blanc
6	Boîtier / Blindage de câble (SH)	Noir
7	Pas connecté	
8	Pas connecté	

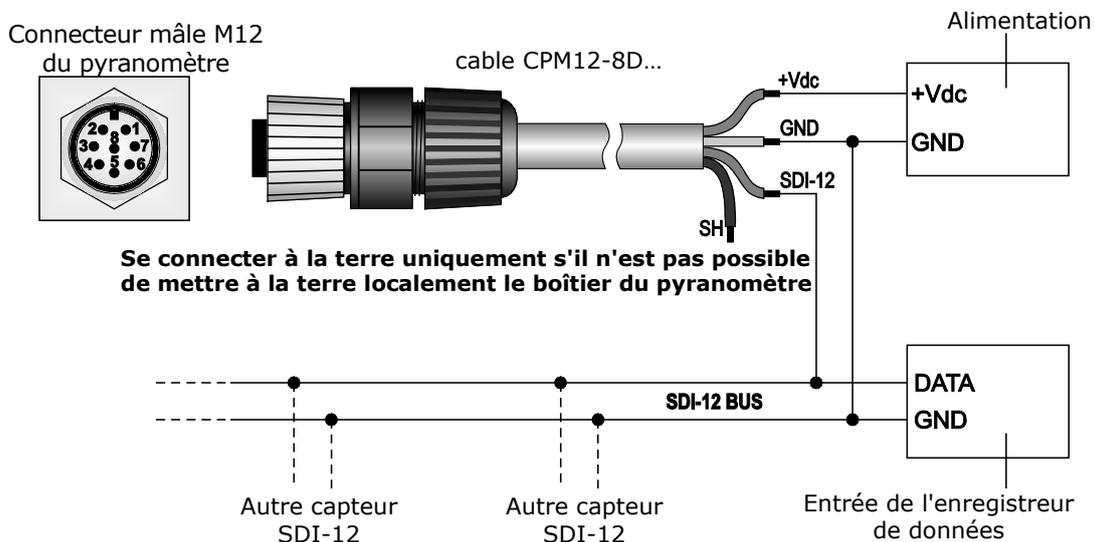


Fig. 4.5 : Connexions LPPYRA02S12

D'autres capteurs SDI-12 peuvent être connectés en parallèle. La distance entre un capteur et le système d'acquisition (enregistreur de données) ne doit pas dépasser 60 m.

En raison de sa faible consommation électrique ($< 200 \mu A$), le LPPYRA02S12 est particulièrement adapté aux systèmes d'acquisition de données alimentés par batterie/panneau solaire.

Avant de connecter l'instrument à un réseau SDI-12 contenant d'autres capteurs, définissez l'adresse en utilisant la commande SDI-12 appropriée (voir chapitre 7).

4.5 CONNEXION LPPYRA02ACS[4]

Le pyranomètre LPPYRA02ACS[4] possède deux sorties :

- Une sortie 4...20 mA, nécessitant une alimentation externe 10...30 Vdc. Il doit être connecté à une alimentation et à un instrument avec une entrée 4...20 mA comme indiqué sur la fig. 4.6. La résistance de charge de l'instrument lisant le signal doit être
- Une sortie RS485 Modbus-RTU, nécessitant une alimentation externe 5...30 Vdc. Il est à connecter à une alimentation et à un automate, un enregistreur de données ou un convertisseur RS485/USB ou RS485/RS232 pour PC comme indiqué sur la fig. 4.6. La sortie RS485 n'est pas isolée.

Connecteur	Fonction	Couleur
1	Alimentation négative (GND)	Bleu
2	Alimentation positive (+Vdc)	Rouge
3	Masse numérique et analogique (SGND)	Noir
4	RS485 A/-	Marron
5	RS485 B/+	Blanc
6	Boîtier / Blindage de câble (SH)	Noir (fil épais)
7	Sortie analogique positive (À PROPOS)	Vert
8	Pas connecté	

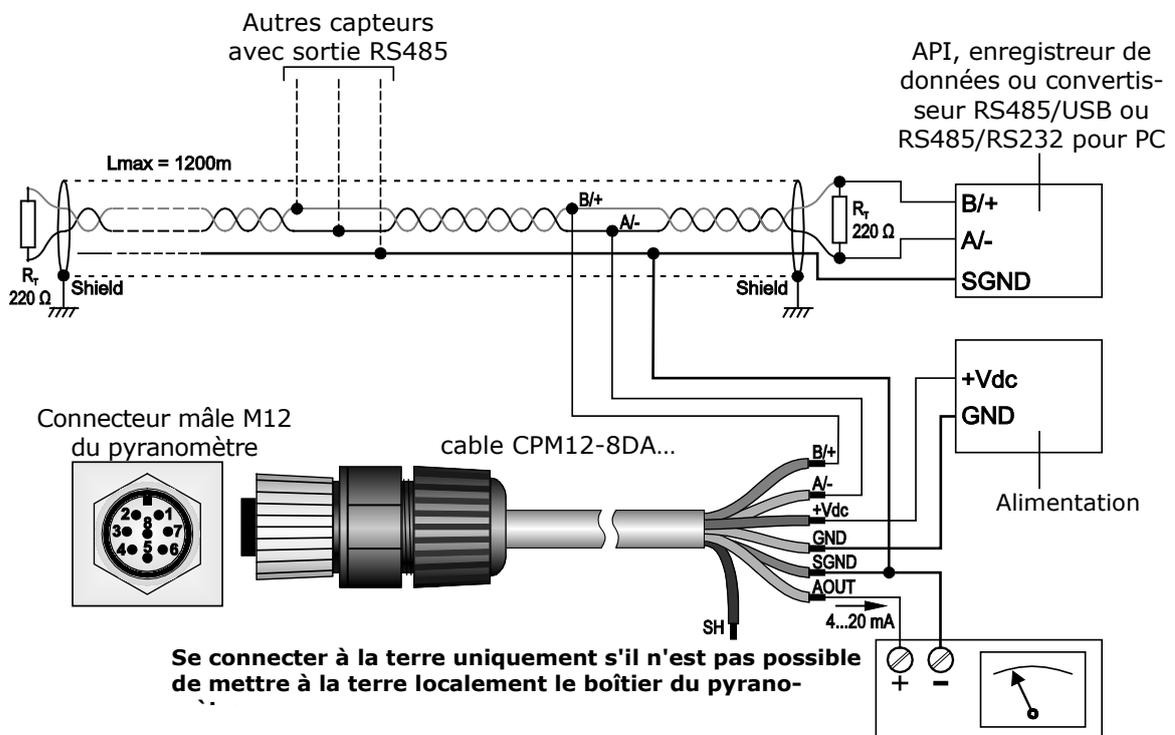


Fig. 4.6 : Connexions LPPYRA02ACS[4]

Avant de connecter le pyranomètre au réseau RS485, régler l'adresse et les paramètres de communication, s'ils sont différents du pré réglage usine (voir chapitre 6).

5 EXECUTION DES MESURES (VERSION SORTIE ANALOGIQUE)

Ci-dessous, les méthodes de calcul de l'irradiance globale dans les modèles avec sortie analogique LPPYRA02, LPPYRA02AC[S][4] et LPPYRA02AV[4].

5.1 LPPYRA02

Chaque pyranomètre se distingue par sa propre sensibilité (ou facteur de calibration) **S** exprimée en $\mu\text{V}/(\text{Wm}^{-2})$ et indiquée sur l'étiquette du pyranomètre (et dans le rapport de calibration).

Une fois mesurée la différence de potentiel **DDP** aux extrémités de la sonde, l'éclairement énergétique **E_e** est obtenu grâce à la formule suivante :

$$E_e = DDP / S$$

où:

E_e est l'éclairement énergétique exprimé en W/m^2 ;

DDP est la différence de potentiel exprimée en μV mesurée par le multimètre;

S est la sensibilité du pyranomètre exprimée en $\mu\text{V}/(\text{Wm}^{-2})$.

5.2 LPPYRA02AC[S][4]

Le signal de sortie 4...20 mA correspond à une plage d'éclairement énergétique de 0...2000 W/m^2 (LPPYRA02AC[S]) ou 0...4000 W/m^2 (LPPYRA02AC[S]4).

L'éclairement énergétique **E_e** est obtenu en mesurant avec un multimètre le courant **I_{out}** absorbé par le capteur et en appliquant la formule suivante :

$$E_e = 125 \cdot (I_{out} - 4) \text{ si f.s.} = 2000 \text{ W}/\text{m}^2$$
$$E_e = 250 \cdot (I_{out} - 4) \text{ si f.s.} = 4000 \text{ W}/\text{m}^2$$

où:

E_e est l'éclairement énergétique exprimé en W/m^2 ;

I_{out} est le courant en mA absorbé par l'instrument.

5.3 LPPYRA02AV[4]

Le signal de sortie (0...1 V, 0...5 V ou 0...10 V selon la version) correspond à une plage de rayonnement de 0...2000 W/m^2 (LPPYRA02AV) ou 0...4000 W/m^2 (LPPYRA02AV4).

L'éclairement énergétique **E_e** est obtenu en mesurant avec un multimètre la tension de sortie **V_{out}** du capteur et en appliquant la formule suivante :

$$E_e = 2000 \cdot V_{out} \text{ pour la version } 0...1 \text{ V avec f.s.} = 2000 \text{ W}/\text{m}^2$$
$$E_e = 4000 \cdot V_{out} \text{ pour la version } 0...1 \text{ V avec f.s.} = 4000 \text{ W}/\text{m}^2$$

$$E_e = 400 \cdot V_{out} \text{ pour la version } 0...5 \text{ V avec f.s.} = 2000 \text{ W}/\text{m}^2$$
$$E_e = 800 \cdot V_{out} \text{ pour la version } 0...5 \text{ V avec f.s.} = 4000 \text{ W}/\text{m}^2$$

$$E_e = 200 \cdot V_{out} \text{ pour la version } 0...10 \text{ V avec f.s.} = 2000 \text{ W}/\text{m}^2$$
$$E_e = 400 \cdot V_{out} \text{ pour la version } 0...10 \text{ V avec f.s.} = 4000 \text{ W}/\text{m}^2$$

où:

E_e est l'éclairement énergétique exprimé en W/m^2 ;

V_{out} est la tension de sortie exprimée en V mesurée par le multimètre.

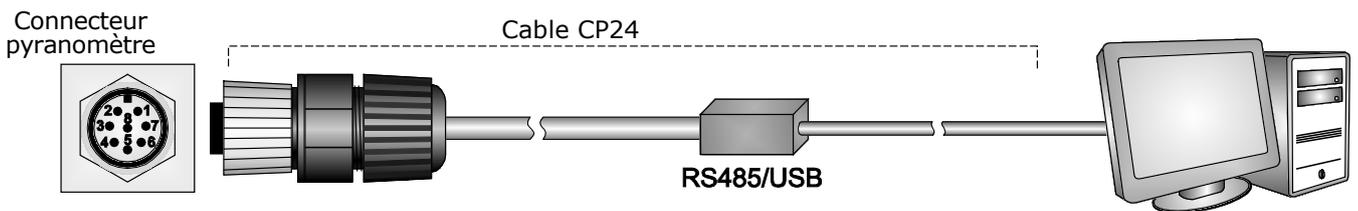
6 SORTIE RS485 MODBUS-RTU

Avant de brancher le pyranomètre au réseau RS485 il est nécessaire attribuer une adresse et définir les paramètres de communication, si c'est différent du préréglé à l'usine.

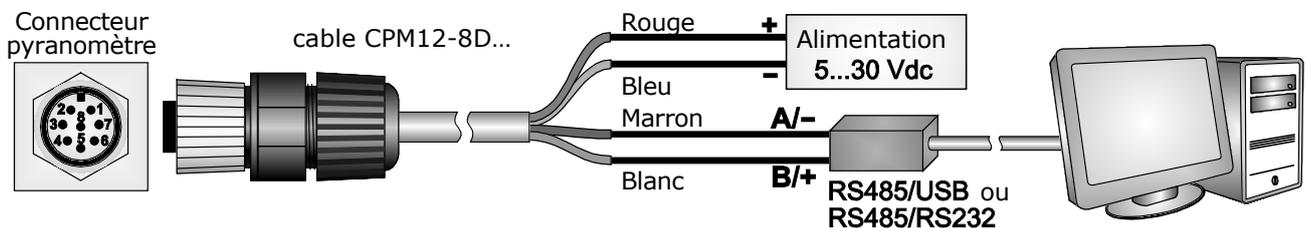
6.1 REGLAGE DE PARAMETRES DE COMMUNICATION

Connectez le pyranomètre au PC de l'une des deux manières suivantes :

- A.** En utilisant le câble CP24 en option, avec convertisseur RS485/USB intégré. Dans ce mode de connexion, le capteur est alimenté par le port USB du PC. Pour utiliser le câble, il est nécessaire d'installer les pilotes USB correspondants sur le PC.



- B.** En utilisant le connecteur femelle M12 8 pôles fourni ou le câble CPM12-8D... en option et un convertisseur générique RS485/USB ou RS485/RS232. Dans ce mode de connexion, il est nécessaire d'alimenter le pyranomètre séparément. Si un convertisseur RS485/USB est utilisé, il est nécessaire d'installer les pilotes USB correspondants sur le 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:

1. Partir de la condition où le pyranomètre n'est pas alimenté (si le câble CP24 est utilisé, déconnectez une extrémité du câble)
2. Dans le PC, démarrer un programme de communication série. Régler le Baud Rate à 57600 et définir les paramètres de communication comme suit (le pyranomètre est connecté à un port de type COM) :

Bit de données: 8
Parité: None
Bit de stop: 2

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

3. Alimenter le pyranomètre (si le câble CP24 est utilisé, connectez les deux extrémités du câble).
4. Dans les 10 secondes suivant la mise sous tension du pyranomètre, envoyer la commande @ et appuyer sur Enter.

Note: si le cpyranomètre ne reçoit pas le commande @ dans les 10 secondes depuis qu'il est alimenté, le mode RS485 MODBUS est automatiquement activé. Dans ce cas, il est nécessaire d'enlever l'alimentation et la remettre de nouveau.

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

Note: la commande CAL USER ON s'éteint après 5 minutes d'inactivité.

6. Envoyer les commandes série figurant dans le tableau ci-dessous pour régler les paramètres RS485 MODBUS:

Commande	Réponse	Description
CMA nnn	&	Régler adresse RS485 à nnn De 1 à 247 Préréglé à 1
CMB n	&	Régler Baud Rate RS485 $n=0 \Rightarrow 9600$ $n=1 \Rightarrow 19200$ $n=2 \Rightarrow 38400$ $n=3 \Rightarrow 57600$ $n=4 \Rightarrow 115200$ Préréglé à 1 $\Rightarrow 19200$
CMP n	&	Régler la modalité de transmission RS485 $n=0 \Rightarrow 8-N-1$ (8 bit de donn., pas de parité, 1 bit de stop) $n=1 \Rightarrow 8-N-2$ (8 bit de donn., pas de parité, 2 bit de stop) $n=2 \Rightarrow 8-E-1$ (8 bit de donn., parité paire, 1 bit de stop) $n=3 \Rightarrow 8-E-2$ (8 bit de donn., parité paire, 2 bit de stop) $n=4 \Rightarrow 8-O-1$ (8 bit de donn., parité impaire, 1 bit de stop) $n=5 \Rightarrow 8-O-2$ (8 bit de donn., parité impaire, 2 bit de stop) Préréglé à 2 $\Rightarrow 8-E-1$
CMW n	&	Régler la modalité de réception après la transmission $n=0 \Rightarrow$ viole le protocole, écoute immédiatement après Tx $n=1 \Rightarrow$ Respecte le protocole, attend 3,5 caractères après Tx Préréglé à 1 \Rightarrow Respecte le protocole

7. Il est possible de vérifier le réglage des paramètres en émettant les suivants commandes:

Commande	Réponse	Description
RMA	<i>Adresse</i>	Lire adresse RS485
RMB	<i>Baud Rate</i> (0,1)	Lire Baud Rate RS485 0 \Rightarrow 9600 1 \Rightarrow 19200 2 \Rightarrow 38400 3 \Rightarrow 57600 4 \Rightarrow 115200
RMP	<i>Mode Tx</i> (0,1,2,3,4,5)	Lire modalité de transmission RS485 0 \Rightarrow 8-N-1 1 \Rightarrow 8-N-2 2 \Rightarrow 8-E-1 3 \Rightarrow 8-E-2 4 \Rightarrow 8-O-1 5 \Rightarrow 8-O-2
RMW	<i>Mode Rx</i> (0,1)	Lire modalité de réception après la transmission RS485 0 \Rightarrow viole le protocole, écoute immédiatement après Tx

Commande	Réponse	Description
		1 ⇒ Respecte le protocole, attend 3,5 caractères après Tx

Note: il n'est pas nécessaire d'envoyer la commande CAL USER ON pour lire les paramètres.

6.2 LECTURE DE MESURES AVEC LE PROTOCOL MODBUS-RTU PROTOCOL

En modalité MODBUS il est possible lire, par mis du code fonction 04h (Read Input Registers), les valeurs mesurées par le pyranomètre. Le tableau ci-dessous répertorie les quantités disponibles avec l'adresse de registre appropriée :

Numéro	Adresse	Quantité	Format
1	0	Température interne °C (x10)	Entier 16 bit
2	1	Température interne °F (x10)	Entier 16 bit
3	2	Rayonnement solaire en W/m ²	Entier 16 bit
4	3	Registre de l'état : bit0=1 ⇒ mesure rayonnement en erreur bit2=1 ⇒ erreur de données de configuration bit3=1 ⇒ erreur mémoire programme	Entier 16 bit
5	4	Average values of the last 4 measurements	Entier 16 bit
6	5	Signal generated by the sensor in µV/10 [e.g.: 816 means 8160 µV, the resolution is 10 µV]	Entier 16 bit

Note : Adresse registre = Numéro registre - 1, tel que défini dans le standard MODBUS.

MODE DE FONCTIONNEMENT : le pyranomètre entre dans la modalité RS485 MODBUS-RTU après 10 secondes de la puissance. Pendant les 10 premières secondes de l'allumage, le pyranomètre ne répond pas à éventuelles demandes de l'unité « master » MODBUS. Après 10 secondes, il est possible envoyer des demandes MODBUS au pyranomètre.

7 SDI-12 OUTPUT

Le pyranomètre LPPYRA02S12 a l'interface de communication SDI-12 compatible avec la version 1.3 du protocole.

Les paramètres de communication du protocole sont : Baud rate : 1200, Bit de données : 7, Parité : Paire, Bit de stop : 1.

La communication avec l'instrument se fait en envoyant une commande comme suite :

<Adresse><Commande>!

avec <Adresse> = adresse de l'instrument auquel on envoie la commande
<Commande> = type d'opération demandé par l'instrument

La réponse de l'instrument est dans la forme :

<Adresse>< Données><CR><LF>

avec <Adresse> = adresse de l'instrument de l'instrument qui répond
<Données> = informations envoyées par l'instrument
<CR> = caractère ASCII *Carriage Return*
<LF> = caractère ASCII *Line Feed*

Les capteurs sont livrés avec une adresse par défaut à 0. L'adresse peut être changée avec la commande SDI-12 appropriée indiquée dans le tableau suivant.

Le tableau suivant indique les commandes SDI-12 disponibles. Pour uniformité avec la documentation du standard SDI-12, dans le tableau l'adresse de l'instrument est indiquée par la lettre **a**.

Commandes SDI-12

Commande	Réponse de l'instrument	Description
a!	a<CR><LF>	Vérification de la présence de l'instrument.
aI!	allccccccmmmmmmvvvsssssss<CR><LF> avec: a = adresse de l'instrument (1 caractère) ll = version SDI-12 compatible (2 caractères) ccccccc = producteur (8 caractères) mmmmmm = modèle instrument (6 caractères) vvv = version firmware (3 caractères) sssssss = numéro de série (8 caractères) ⇒ Exemple de réponse: 013DeltaOhmLP-PYRA0016051518 avec: 0 = adresse de l'instrument 13 = compatible SDI-12 version 1.3 DeltaOhm = nom du producteur LP-PYR = modèle instrument A00 = firmware version A.0.0 16051518 = numéro de série	Demande des informations de l'instrument.
aAb! où: b =nouveau adresse	b<CR><LF> Note: si le caractère b n'est pas une adresse acceptable, l'instrument répond avec une a au lieu de b.	Modification de l'adresse de l'instrument.

Commande	Réponse de l'instrument	Description
?!	a<CR><LF>	Demande de l'adresse de l'instrument. Si plus d'un capteur est connecté au bus, un conflit se produit.
COMMANDES TYPE M (START MEASUREMENT) ET TYPE C (START CONCURRENT MEASUREMENT)		
Irradiance, niveau interne du signal et température interne		
aM! aC!	atttn<CR><LF> avec : ttt = nombre de seconds nécessaires à l'instruments pour rendre la mesure disponible (3 caractères) n = nombre de variables détectées (1 caractère pour aM!, 2 caractères pour aC!) Note: ttt = 000 indique donnée immédiatement disponible.	Demande d'exécution de la mesure.
aD0!	a+n+w...w+v...v+t...t<CR><LF> avec : n = contenu du registre d'état w...w = éclaircissement énergétique en W/m ² v...v = niveau interne du signal in mV t...t = température interne dans l'unité de mesure choisie (default °C) ⇒ Exemple de réponse: 0+0+228.7+3.294+25.0 adresse de la sonde = 0 contenu du registre d'état = 0 éclairage énergétique = 228.7 W/m ² niveau interne du signal = 3.294 mV température interne = 25.0 °C Note: le registre d'état contient normalement zéro ; une valeur différente de zéro indique une condition d'erreur.	Lecture de la mesure.
Irradiance et température interne		
aM1! aC1!	atttn<CR><LF> avec : ttt = nombre de seconds nécessaires à l'instrument pour rendre la mesure disponible (3 caractères) n = nombre de variables détectées (1 caractère pour aM!, 2 caractères pour aC!) Note: ttt = 000 000 indique donnée immédiatement disponible.	Demande d'exécution de la mesure.
aD0!	a+w...w+t...t<CR><LF> avec : w...w = éclaircissement énergétique en W/m ² t...t = température interne dans l'unité de mesure choisie (default °C) ⇒ Exemple de réponse: 0+228.7+25.0 adresse de la sonde = 0 éclairage énergétique = 228.7 W/m ² température interne = 25.0 °C	Lecture de la mesure.

Commande	Réponse de l'instrument	Description
Température interne		
aM2! aC2!	atttn<CR><LF> avec : ttt = nombre de seconds nécessaires à l'instruments pour rendre la mesure disponible (3 caractères) n = nombre de variables détectées (1 caractère pour aM!, 2 caractères pour aC!) Note: ttt = 000 indique donnée immédiatement disponible	Demande d'exécution de la mesure.
aD0!	a+t...t<CR><LF> avec t...t = internal temperature in the set unit of measurement (default °C) ⇒ Exemple de réponse: 0+25.0 adresse de la sonde = 0 température interne = 25.0 °C	Lecture de la mesure.
Signal internal level		
aM3! aC3!	atttn<CR><LF> avec: ttt = nombre de seconds nécessaires à l'instruments pour rendre la mesure disponible (3 caractères) n = nombre de variables détectées (1 caractère pour aM!, 2 caractères pour aC!) Note: ttt = 000 indique donnée immédiatement disponible	Demande d'exécution de la mesure.
aD0!	a+v...v<CR><LF> avec v...v = niveau interne du signal en mV ⇒ Exemple de réponse: 0+3.294 adresse de la sonde = 0 niveau interne du signal = 3.294 mV	Lecture de la mesure.

Outre les commandes indiquées ci-dessus, le capteur met en œuvre aussi les commandes correspondantes avec CRC, qui demande d'ajouter un code CRC à 3 caractères à l'arrière de la réponse avant <CR><LF>. Le format de ces commandes est obtenu à partir du précédent en ajoutant la lettre C : aMC!, aMC1!, aMC2!, aMC3!, aCC!, aCC1!, aCC2!, aCC3!.

Le capteur n'implémente pas les commandes de type R (Mesures Continues).

Commandes SDI 12 étendues

Commande	Réponse de l'instrument	Description
aXSCAL USER ON!	a> USER ENABLED!<CR><LF>	Active le mode de configuration.
aXSCFD!	a> &<CR><LF>	Définit °C comme unité de mesure de la température.
aXSCFE!	a> &<CR><LF>	Définit °F comme unité de mesure de la température.

Commande	Réponse de l'instrument	Description
aXSCAL END!	a> LOCKED!<CR><LF>	Désactive le mode de configuration.

Les commandes étendues permettent de régler l'unité de mesure de la température (si le capteur de température est présent). Pour changer l'unité de mesure :

- 1) Envoyez la commande aXSCAL USER ON ! (remarque : a=adresse de l'instrument).
- 2) Envoyez la commande aXSCFD ! (pour régler °C) ou aXSCFE ! (pour régler °F).
- 3) Envoyez la commande aXSCAL END !

Pour plus d'informations sur le protocole SDI-12, visitez le site Web "www.sdi-12.org".

8 MANUTENTION

Afin de garantir une précision des mesures élevée il faut que le dôme extérieur du pyranomètre soit conservé toujours propre, donc plus haute sera la fréquence de nettoyage du dôme, plus élevée sera la précision des mesures.

Le nettoyage peut être effectué à l'aide d'un normal tissu de nettoyage pour objectifs photo et de l'eau ; si cela n'est pas suffisant, utiliser de l'alcool éthylique pur. Après le nettoyage avec l'alcool, il faudra nettoyer de nouveau le dôme avec de l'eau seulement.

A cause des sauts thermiques élevés entre le jour et la nuit, il est possible que de la condensation se dépose sur les dômes du pyranomètre, dans ce cas la lecture effectuée sera très surestimée. Pour réduire au minimum la formation de condensation, on a prévu une cartouche à l'intérieur du pyranomètre avec du matériau absorbant (silica-gel). L'efficacité des cristaux de gel de silice se réduit dans le temps avec l'absorption de l'humidité. Quand les cristaux de gel de silice sont efficaces leur couleur est **jaune**, tandis que au fur et à mesure qu'il perdent leur efficacité, il deviennent de couleur **blanche/translucide** ; pour les remplacer, voir les instructions au paragraphe **3**. Typiquement, la durée du gel de silice varie de 2 à 6 mois selon les conditions environnementales dans lesquelles opère le pyranomètre.

Pour exploiter toutes les fonctionnalités du pyranomètre, il est fortement recommandé de vérifier l'étalonnage chaque année.

9 CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Elément sensible	Thermopile
Sensibilité typique	6÷12 $\mu\text{V}/\text{Wm}^{-2}$
Impédance	33÷45 Ω
Plage de mesure	0÷2000 ou 0÷4000 W/m^2 selon le modèle
Angle de vue	2π sr
Plage spectrale (50%)	283÷2800 nm
Température et HR de fonctionnement	-40÷80 °C / 0÷100%
Sortie	Analogique in $\mu\text{V}/\text{Wm}^{-2}$ (LPPYRA02) Analogique 4÷20 mA (LPPYRA02AC[S]) Analogique 0÷1 V, 0÷5 V ou 0÷10 V (LPPYRA02AV) Digitale RS485 Modbus-RTU (LPPYRA02[AC]S) Digitale SDI-12 (LPPYRA02S12)
Alimentation	10÷30 Vdc (sorties 4÷20 mA, 0÷1 V et 0÷5 V) 15÷30 Vdc (sortie 0÷10 V) 5÷30 Vdc (sortie RS485 Modbus-RTU) 7÷30 Vdc (sortie SDI-12)
Consommation	< 200 μA pour la version LPPYRA02S12
Connexion	Connecteur M12 à 4 ou 8 pôles selon le modèle
Dimensions	Fig. 3.2
Poids	750 g approx. (version passive avec écran) 900 g approx. (version active avec écran)
Précision du dispositif de mise à niveau	< 0.1°
Degré de protection	IP 67
MTBF	> 10 ans

Caractéristiques Techniques selon ISO 9060:2018

Classification	Spectrally Flat Class B
Temps de réponse (95%)	< 10 s
Offset du zéro	
a) réponse à une radiation thermique de 200 W/m^2	< $ \pm 10 \text{ W}/\text{m}^2$
b) réponse à une variation de la température ambiante de 5 K/h	< $ \pm 4 \text{ W}/\text{m}^2$
c) c) décalage du zéro total incluant les effets a), b) et d'autres sources	< $ \pm 15 \text{ W}/\text{m}^2$
Instabilité à long terme (1 an)	< $ \pm 1 \%$
Non linéarité	< $ \pm 1 \%$
Réponse selon la loi du cosinus	< $ \pm 18 \text{ W}/\text{m}^2$
Erreur spectrale	< $ \pm 0.5 \%$
Réponse en température (-10...+40°C)	< 1.5 %
Réponse en fonction du Tilt	< $ \pm 2 \%$

10 ISTRUCTIONS POUR LA SÉCURITÉ

Instructions générales pour la sécurité

Cet instrument a été construit et testé en conformité à la directive de sécurité EN61010-1:2010 « Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire » ; il a laissé l'usine en des conditions techniques de sécurité parfaites.

Le fonctionnement régulier et la sécurité opérationnelle de l'instrument peuvent être garantis seulement si toutes les normales mesures de sécurité sont observées, de même que les mesures spécifiques décrites dans ce manuel opérationnel.

Le fonctionnement régulier et la sécurité opérationnelle de l'instrument peuvent être garantis seulement aux conditions climatiques spécifiées dans ce manuel opérationnel.

N'utilisez pas l'instrument dans un milieu où il y ait :

- Des gaz corrosifs ou inflammables.
- Des vibrations directes ou des chocs à l'instrument.
- Des champs électromagnétiques de haute intensité, électricité statique.

Obligations de l'utilisateur

L'utilisateur de l'instrument doit s'assurer que les règlements et les directives ci-dessous concernant le traitement avec matériaux dangereux soient observés.

- Directives CEE pour la sécurité en milieu de travail.
- Normes de loi nationales pour la sécurité sur le travail.
- Règlements sur les accidents du travail.

11 ACCESSORIES ORDERING CODES

LPSP1	Écran de protection en matériau plastique UV-résistant (pièce de rechange).
LPS1	Support de fixation pour le pyranomètre, adapté pour mât Ø 40 ÷ 50 mm. Installation sur mât horizontal ou vertical.
LPRING02	Socle avec dispositif de mise à niveau et support réglable pour le montage du pyranomètre en position inclinée (préciser à la commande sur quel modèle de pyranomètre doit être monté).
LPRING04	Support réglable pour le montage du pyranomètre en position inclinée sur mât Ø 40 mm avec filetage intérieur.
HD2003.79K	Kit pour monter le pyranomètre sur serrage Ø 40 mm. Installer le pyranomètre sur un mât transversal.
HD2003.85K	Kit réglable en hauteur pour monter le pyranomètre sur un mât Ø 40 mm.
LPS6	Kit pour l'installation du pyranomètre, comprenant : mât 750 mm, embase, plaque support graduée, support pour pyranomètres.
CPM12AA4...	Câble avec connecteur M12 à 4 pôles à une extrémité, fils ouverts à l'autre extrémité. Longueur 2 m (CPM12AA4.2), 5 m (CPM12AA4.5) ou 10 m (CPM12AA4.10). Pour LPPYRA02, LPPYRA02AC[4] et LPPYRA02AV[4].
CPM12-8D...	Câble avec connecteur M12 à 8 pôles à une extrémité, fils ouverts à l'autre extrémité. Longueur 2 m (CPM12-8D.2), 5 m (CPM12-8D.5) ou 10 m (CPM12-8D.10). Pour LPPYRA02S et LPPYRA02S12.
CPM12-8DA...	Câble avec connecteur M12 à 8 pôles à une extrémité, fils ouverts à l'autre extrémité. Longueur 2 m (CPM12-8DA.2), 5 m (CPM12-8DA.5) ou 10 m (CPM12-8DA.10). Pour LPPYRA02ACS[4].
CP24	Câble de liaison PC pour la configuration des paramètres RS485 MODBUS des pyranomètres LPPYRA...S. Avec convertisseur RS485/USB intégré. Connecteur M12 8 pôles côté instrument et connecteur USB type A côté PC.
LPSG	Cartouche pour contenir les cristaux de silica-gel avec O-ring.
LPG	Lot de 5 sachets de cristaux de silica-gel.
LPRING12	Base annulaire pour mesurer le rayonnement diffusé.

Les laboratoires métrologiques LAT N° 124 Delta OHM sont accrédités ISO/IEC 17025 par ACCREDIA en Température, Humidité, Pression, Photométrie/Radiométrie, Acoustique et Vitesse de l'air. Ils peuvent fournir des certificats d'étalonnage pour les grandeurs accréditées.

NOTES



DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ UE EU DECLARATION OF CONFORMITY

Delta Ohm S.r.L. a socio unico – Via Marconi 5 – 35030 Caselle di Selvazzano – Padova – ITALY

Documento Nr. / Mese.Anno: **5124 / 03.2021**
Document-No. / Month. Year :

Si dichiara con la presente, in qualità di produttore e sotto la propria responsabilità esclusiva, che i seguenti prodotti sono conformi ai requisiti di protezione definiti nelle direttive del Consiglio Europeo:
We declare as manufacturer herewith under our sole responsibility that the following products are in compliance with the protection requirements defined in the European Council directives:

Codice prodotto: **LPPYRA02 – LPPYRA02AC[4] – LPPYRA02AV[4]**
Product identifier : **LPPYRA02S – LPPYRA02S12 – LPPYRA02ACS[4]**

Descrizione prodotto: **Piranometro**
Product description : **Pyranometer**

I prodotti sono conformi alle seguenti Direttive Europee:
The products conform to following European Directives:

Direttive / Directives	
2014/30/EU	Direttiva EMC / EMC Directive
2014/35/EU	Direttiva bassa tensione / Low Voltage Directive
2011/65/EU - 2015/863/EU	RoHS / RoHS

Norme armonizzate applicate o riferimento a specifiche tecniche:
Applied harmonized standards or mentioned technical specifications:

Norme armonizzate / Harmonized standards	
EN 61010-1:2010	Requisiti di sicurezza elettrica / Electrical safety requirements
EN 61326-1:2013	Requisiti EMC / EMC requirements
EN 50581:2012	RoHS / RoHS

Il produttore è responsabile per la dichiarazione rilasciata da:
The manufacturer is responsible for the declaration released by:

Alessandro Perego

Amministratore delegato
Chief Executive Officer

Caselle di Selvazzano, 22/03/2021

Questa dichiarazione certifica l'accordo con la legislazione armonizzata menzionata, non costituisce tuttavia garanzia delle caratteristiche.
This declaration certifies the agreement with the harmonization legislation mentioned, contained however no warranty of characteristics.

WARRANTY

Is required to respond to the "factory warranty" only in those cases provided by Legislative Decree 6 September 2005 - n. 206. Each instrument is sold after rigorous inspections; if any manufacturing defect is found, it is necessary to contact the distributor where the instrument was purchased from. During the warranty period (24 months from the date of invoice) any manufacturing defects found will be repaired free of charge. Misuse, wear, neglect, lack or inefficient maintenance as well as theft and damage during transport are excluded. Warranty does not apply if changes, tampering or unauthorized repairs are made on the product. Solutions, probes, electrodes and microphones are not guaranteed as the improper use, even for a few minutes, may cause irreparable damages.

Repairs the products that show defects of construction in accordance with the terms and conditions of warranty included in the manual of the product. For any dispute, the competent court is the Court of Padua. The Italian law and the "Convention on Contracts for the International Sales of Goods" apply.

TECHNICAL INFORMATION

The quality level of our instruments is the result of the continuous product development. This may lead to differences between the information reported in the manual and the instrument you have purchased. In case of discrepancies and/or inconsistencies, please write to sales@deltaohm.com. Reserves the right to change technical specifications and dimensions to fit the product requirements without prior notice.

DISPOSAL INFORMATION



Electrical and electronic equipment marked with specific symbol in compliance with 2012/19/EU Directive must be disposed of separately from household waste. European users can hand them over to the dealer or to the manufacturer when purchasing a new electrical and electronic equipment, or to a WEEE collection point designated by local authorities. Illegal disposal is punished by law.

Disposing of electrical and electronic equipment separately from normal waste helps to preserve natural resources and allows materials to be recycled in an environmentally friendly way without risks to human health.