

Mode d'emploi



INDEX

1	INTRODUCTION	3
2	PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT.....	4
3	INSTALLATION	6
4	CONNEXIONS ÉLECTRIQUES	10
4.1	CONNEXIONS LPPYRA10	10
4.2	CONNEXIONS LPPYRA10AC[4].....	11
4.3	CONNEXION LPPYRA10AV[4]	11
4.4	CONNEXION LPPYRA10S	12
4.5	CONNEXION LPPYRA10S12.....	13
4.6	CONNEXION LPPYRA10ACS[4]	14
5	EXECUTION DES MESURES (VERSION SORTIE ANALOGIQUE)	15
5.1	LPPYRA10	15
5.2	LPPYRA10AC[S][4]	15
5.3	LPPYRA10AV[4]	15
6	SORTIE RS485 MODBUS-RTU.....	16
6.1	REGLAGE DE PARAMETRES DE COMMUNICATION.....	16
6.2	LECTURE DE MESURES AVEC LE PROTOCOL MODBUS-RTU PROTOCOL	18
7	SDI-12 OUTPUT	19
8	MANUTENTION	23
9	CARACTERISTIQUES TECHNIQUES.....	24
10	ISTRUCTIONS POUR LA SÉCURITÉ.....	25
11	ACCESSORIES ORDERING CODES	26

1 INTRODUCTION

Le pyranomètre LPPYRA10 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 LPPYRA10 est un pyranomètre classifié comme spectralement plate de Classe A (Norme secondaire) selon la norme ISO 9060 :2018, et selon la publication « Guide des instruments météorologiques et des méthodes d'observation''' du WMO.

Le pyranomètre est disponible dans les versions suivantes :

- **LPPYRA10:** PASSIF.
La version passive peut être branchée aux instruments indicateurs DO9847 et HD31 à travers le module SICRAM VP472.
- **LPPYRA10AC:** ACTIF avec sortie en COURANT 4..20 mA ($0\ldots 2000 \text{ W}/\text{m}^2$).
- **LPPYRA10AC4:** ACTIF avec sortie en COURANT 4..20 mA ($0\ldots 4000 \text{ W}/\text{m}^2$).
- **LPPYRA10ACS:** ACTIF avec sortie en COURANT 4..20 mA ($0\ldots 2000 \text{ W}/\text{m}^2$) et sortie RS485 Modbus-RTU.
- **LPPYRA10ACS4:** ACTIF avec sortie en COURANT 4..20 mA ($0\ldots 4000 \text{ W}/\text{m}^2$) et sortie RS485 Modbus-RTU.
- **LPPYRA10AV:** ACTIF avec sortie en TENSION 0..1 ou 0..5 ou 0..10 V ($0\ldots 2000 \text{ W}/\text{m}^2$) à établir au moment de la commande.
- **LPPYRA10AV4:** ACTIF avec sortie en TENSION 0..1 ou 0..5 ou 0..10 V ($0\ldots 4000 \text{ W}/\text{m}^2$) à établir au moment de la commande.
- **LPPYRA10S:** avec sortie RS485 Modbus-RTU.
- **LPPYRA10S12:** 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): " Étalonnage des pyranomètres de terrain par comparaison à un pyranomètre de référence ". Le pyranomètre est étalonné par comparaison avec l'échantillon de référence étalonné annuellement au WRC (World Radiation center).

2 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Le pyranomètre LPPYRA10 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.

Le LPPYRA10 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.

La gamme spectrale du pyranomètre est déterminée par la transmission des deux coupoles en verre. Grâce à l'utilisation d'un nouveau matériau pour la fabrication des coupoles, la gamme spectrale a été étendue aux courtes longueurs d'onde à partir de 283 nm.

En prenant en compte un spectre solaire standard, la part de l'irradiation solaire mesurée par le pyranomètre est supérieure à 99,8%. La figure 2.1 montre la sensibilité spectrale relative du pyranomètre LPPYRA10 et d'un spectre solaire standard.

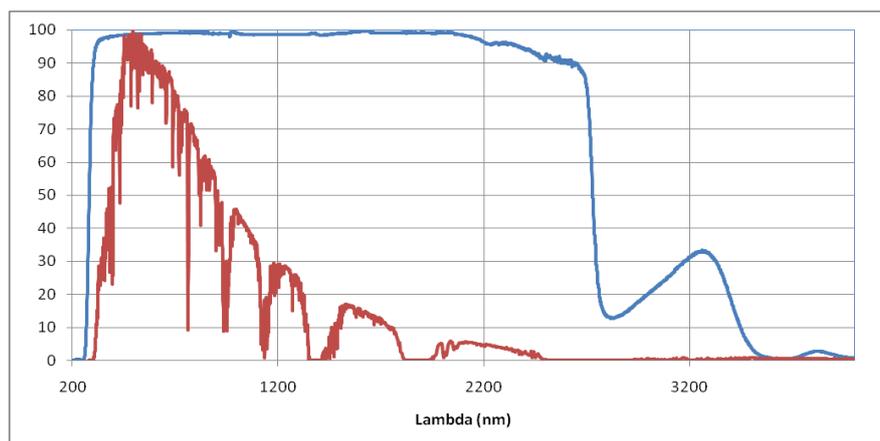


Fig. 2.1: Sensibilité spectrale relative du pyranomètre LPPYRA10 (ligne bleue) comparée à un spectre solaire standard (ligne rouge)

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.

Une deuxième thermopile est montée à l'intérieur de l'instrument et n'est pas accessible par la lumière. Cette deuxième thermopile, connectée en anti-série par rapport au capteur exposé à la lumière réduit les signaux dus aux variations soudaines de température du pyranomètre (chocs thermiques).

Afin de réduire au minimum les variations de sensibilité en fonction de la température, le LPPYRA10 est équipé avec un circuit de compensation passif. Le graphique 2.2 montre la variation typique de la sensibilité à des températures différentes. Les écarts sont calculés à partir de la sensibilité mesurée à 20°C.

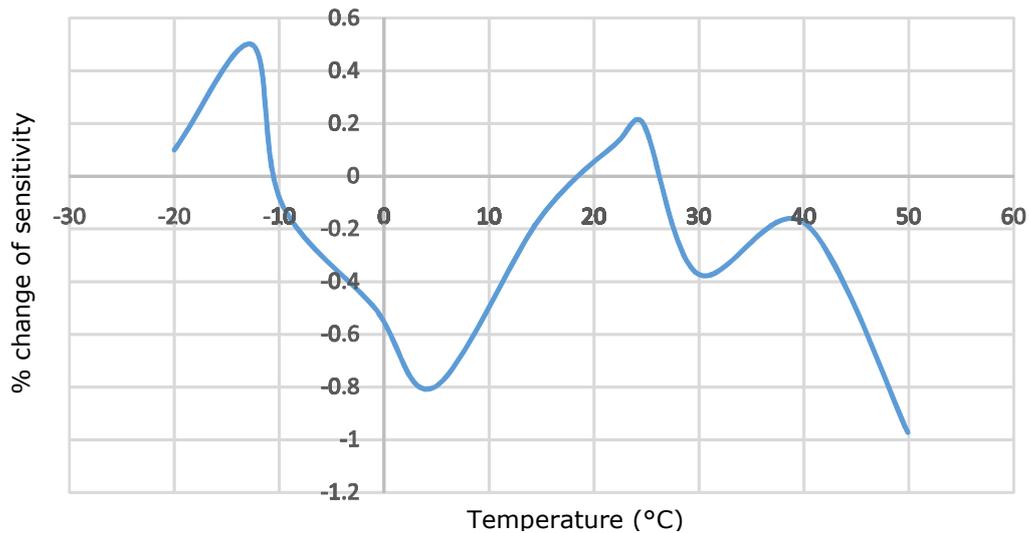


Fig. 2.2: : Variation en % de la sensibilité du pyranomètre LPPYRA10 par rapport à la sensibilité à 20 °C, dans la plage de température entre -20 et 50°C.

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

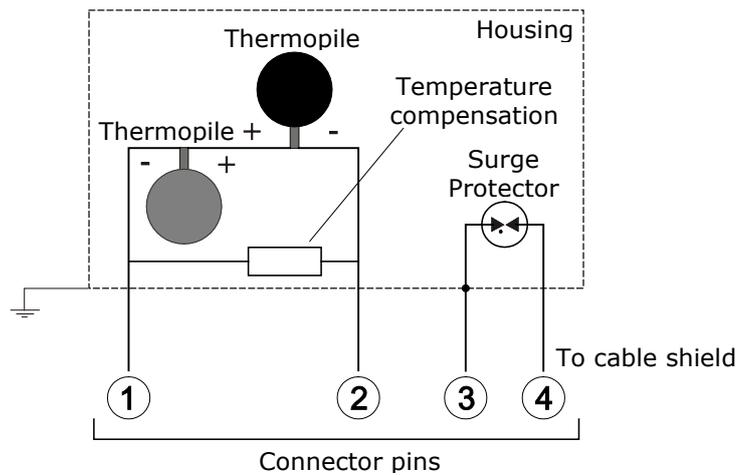


Fig. 2.3: schéma de principe LPPYRA10 (version avec sortie mV)

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 des dômes qui, en des conditions particulières, pourrait causer la formation de condensation sur la partie intérieure des dômes, 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.

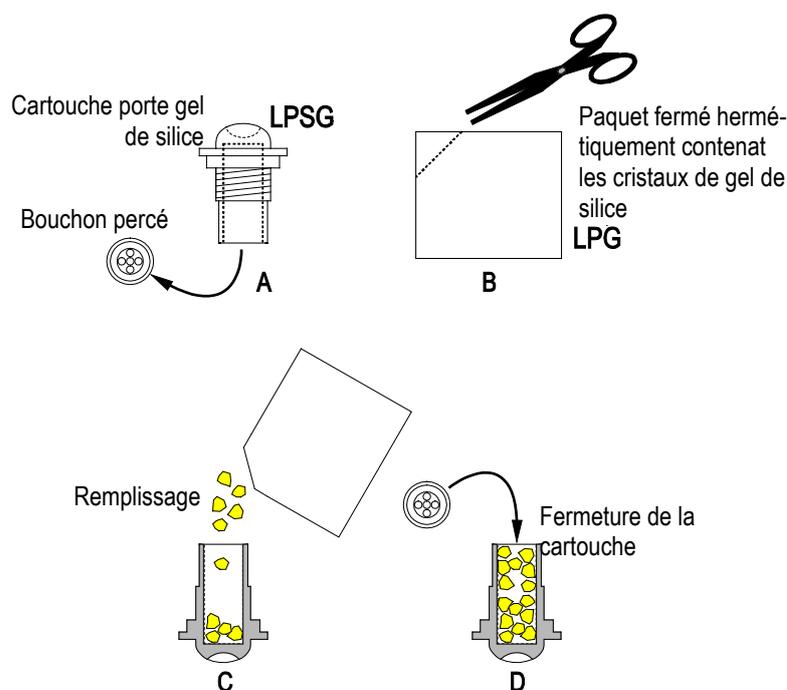


Fig. 3.1: remplissage de la cartouche de gel de silice

- 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.

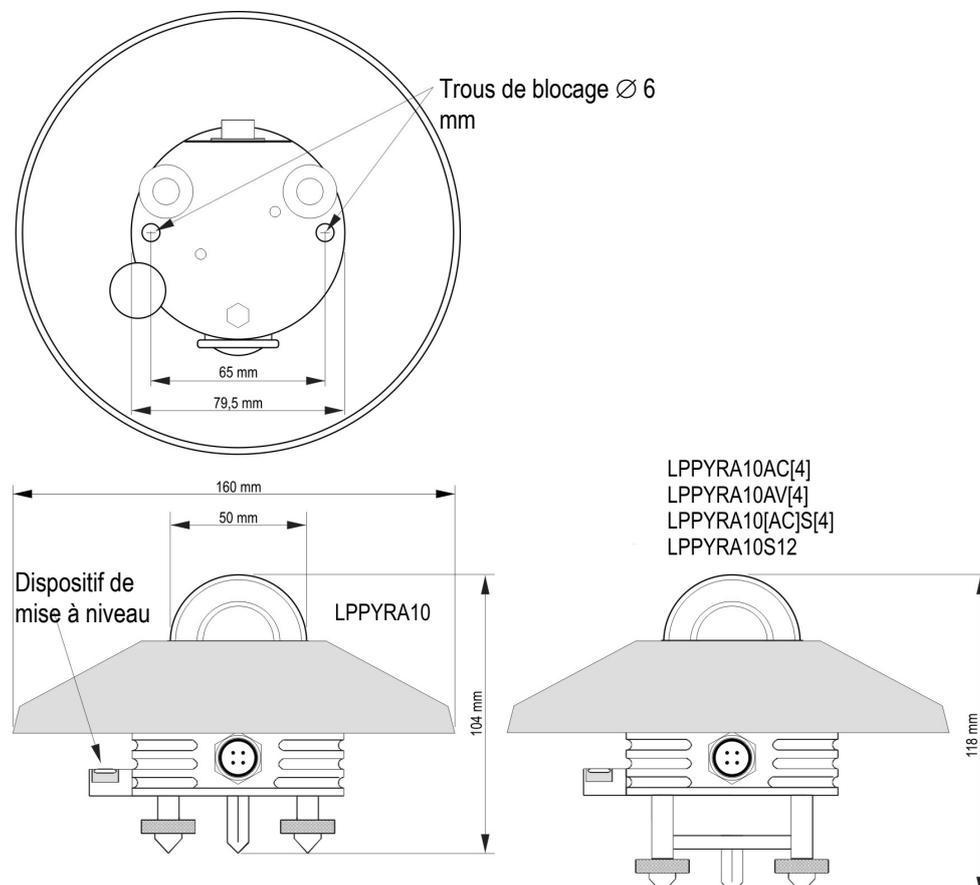


Fig. 3.2: Trous de fixation et dispositif de mise à niveau

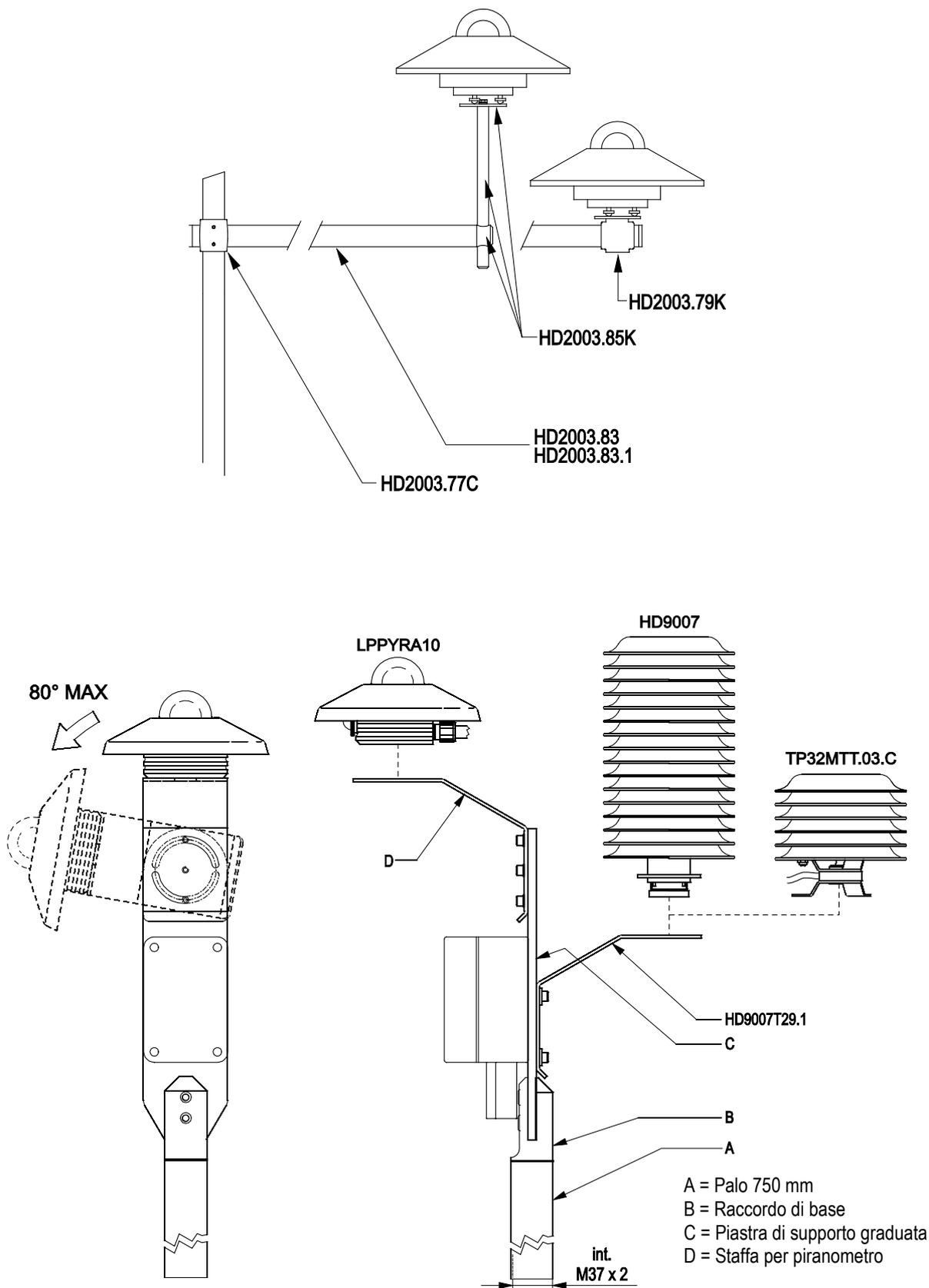


Fig. 3.3: accessoires de fixation

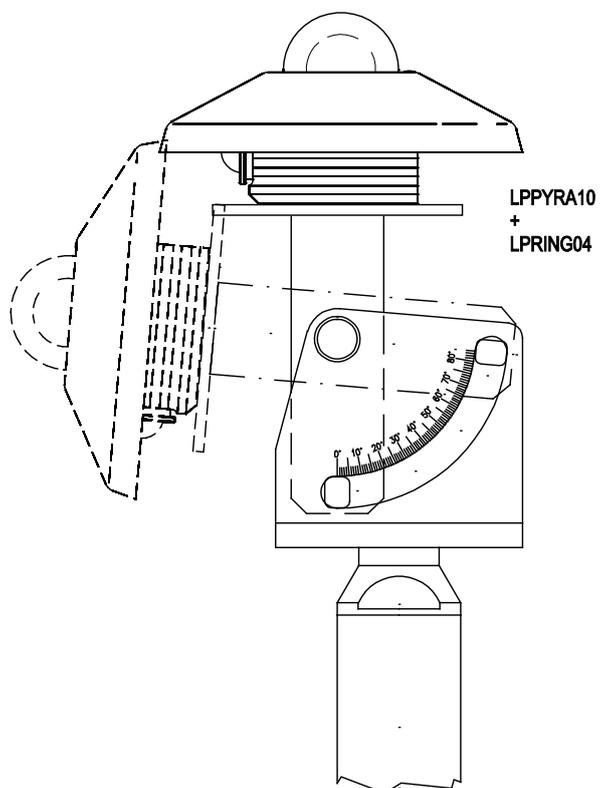
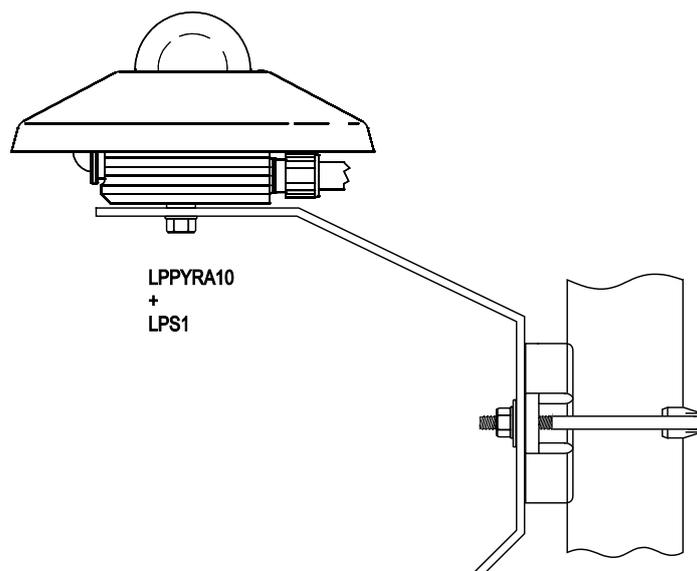


Fig. 3.4: accessoires de fixation

4 CONNEXIONS ÉLECTRIQUES

LPPYRA10, LPPYRA10AC[4] et LPPYRA10AV[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.

LPPYRA10S et LPPYRA10S12 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.

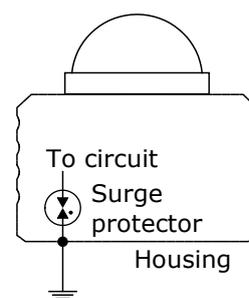
LPPYRA10ACS[4] a un connecteur à 8 pôles et utilisent les **câbles optionnels CPM12-8DA...** avec un connecteur à 8 pôles d'un côté et des fils ouverts de l'autre côté.



Le boîtier métallique du pyranomètre doit de préférence être mis à la terre (\perp) localement. Dans ce cas, ne connectez 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 LPPYRA10AV[4], le boîtier n'est pas connecté au connecteur

À 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 le bon fonctionnement de la protection (notamment contre la foudre) du parafoudre.



4.1 CONNEXIONS LPPYRA10

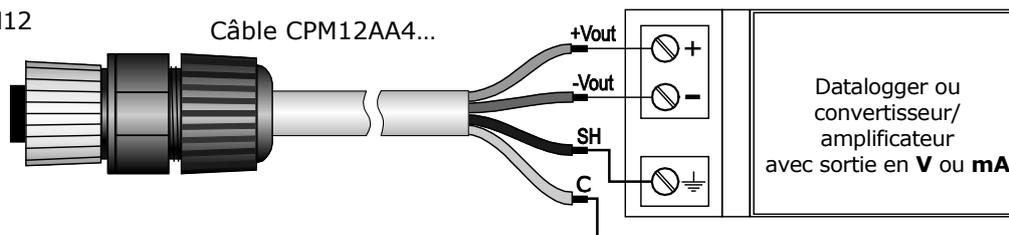
Le pyranomètre LPPYRA10 est passif et n'a pas besoin d'alimentation. Il doit être branché à un millivoltmètre ou à un collecteur de données. Typiquement, le signal en sortie du pyranomètre ne dépasse pas les 20 mV. La résolution conseillée pour l'instrument de lecture est de 1 μ V, afin de pouvoir exploiter complètement les caractéristiques du pyranomètre.

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

Pyranomètre
connecteur mâle M12



Câble CPM12AA4...



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

Fig. 4.1: Connexions LPPYRA10

4.2 CONNEXIONS LPPYRA10AC[4]

Le pyranomètre LPPYRA10AC[4] a une sortie **4...20 mA** et nécessite une alimentation externe de **10...30 Vdc**. Il doit être branché à un alimentateur et à un multimètre selon le schéma suivant (Fig. 4.2). La résistance de charge pour la lecture du signal doit être $\leq 500 \Omega$.

Connecteur	Fonction	Couleur
1	Positif (Iin)	Rouge
2	Négatif (Iout)	Bleu
3	Boîtier (C)	Blanc
4	Écran (SH)	Noir

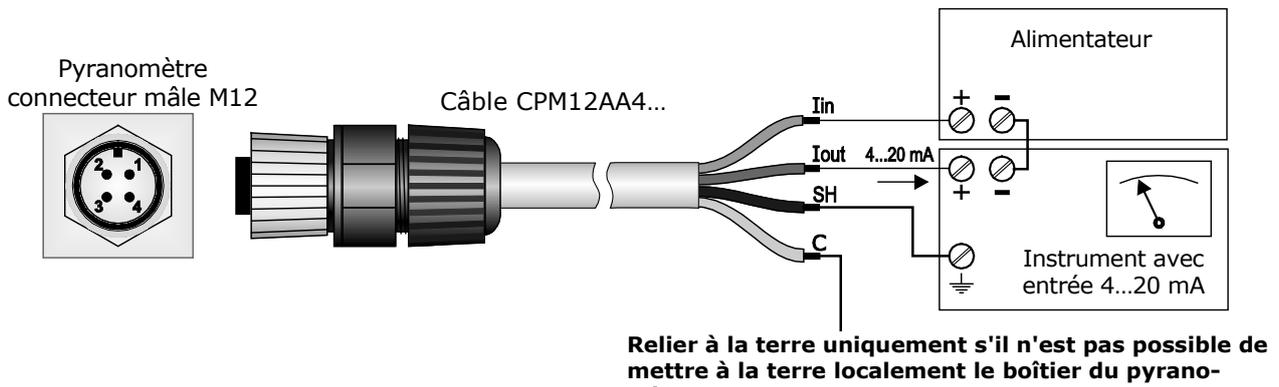


Fig. 4.2: Connexions LPPYRA10AC[4]

4.3 CONNEXION LPPYRA10AV[4]

Le pyranomètre LPPYRA10AV[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 branché à un alimentateur et à un multimètre selon le schéma suivant (Fig. 4.3). La résistance de charge pour la lecture du 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	Écran (SH)	Noir

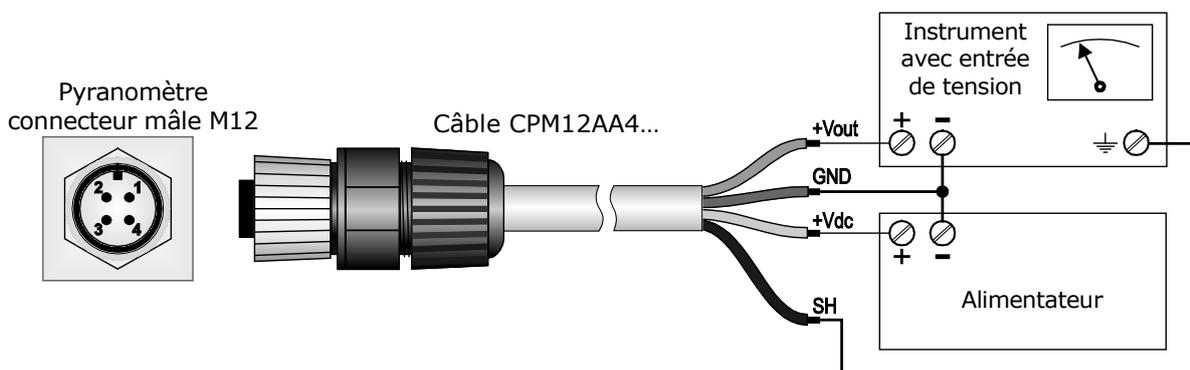


Fig. 4.3: LPPYRA10AV[4] connexions

4.4 CONNEXION LPPYRA10S

Le pyranomètre LPPYRA10S a une sortie RS485 Modbus-RTU et nécessite une alimentation externe 5...30 Vdc. Il doit être connecté à une alimentation électrique et à un PLC, 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	Non connecté	
4	RS485 A/-	Marron
5	RS485 B/+	Blanc
6	Boîtier / Écran (SH)	Noir
7	Non connecté	
8	Non connecté	

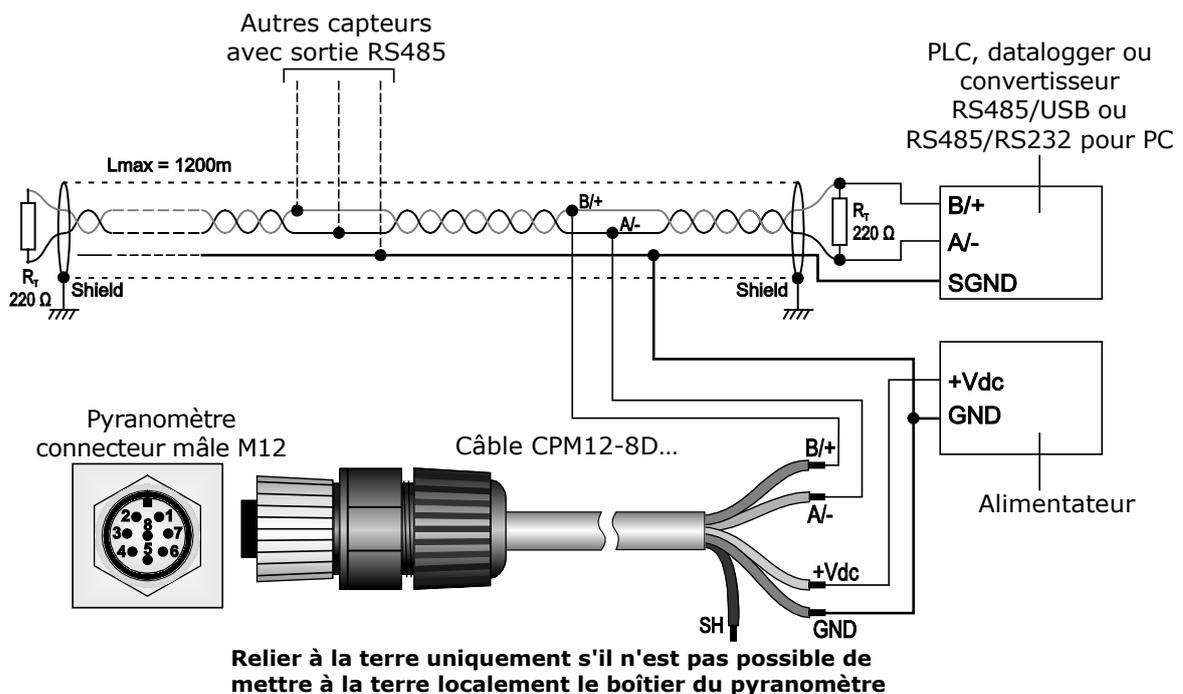


Fig. 4.4: Connexions LPPYRA10S

Avant de connecter le pyranomètre au réseau RS485, il faut régler l'adresse et les paramètres de communication, s'ils sont différents de ceux réglés en usine (voir chapitre 6).

4.5 CONNEXION LPPYRA10S12

Le pyranomètre LPPYRA10S12 a une sortie **SDI-12** et nécessite une alimentation externe de **7...30 Vdc**. Il doit être connecté à une alimentation et à un système d'acquisition (enregistreur de données) comme indiqué sur la figure 4.5.

Connecteur	Fonction	Couleur
1	Alimentation négative (GND) Sortie SDI-12 négative	Blue
2	Alimentation positive (+Vdc)	Rouge
3	Non connecté	
4	Non connecté	
5	Sortie SDI-12 positive	Blanc
6	Boitier / Écran (SH)	Noir
7	Non connecté	
8	Non connecté	

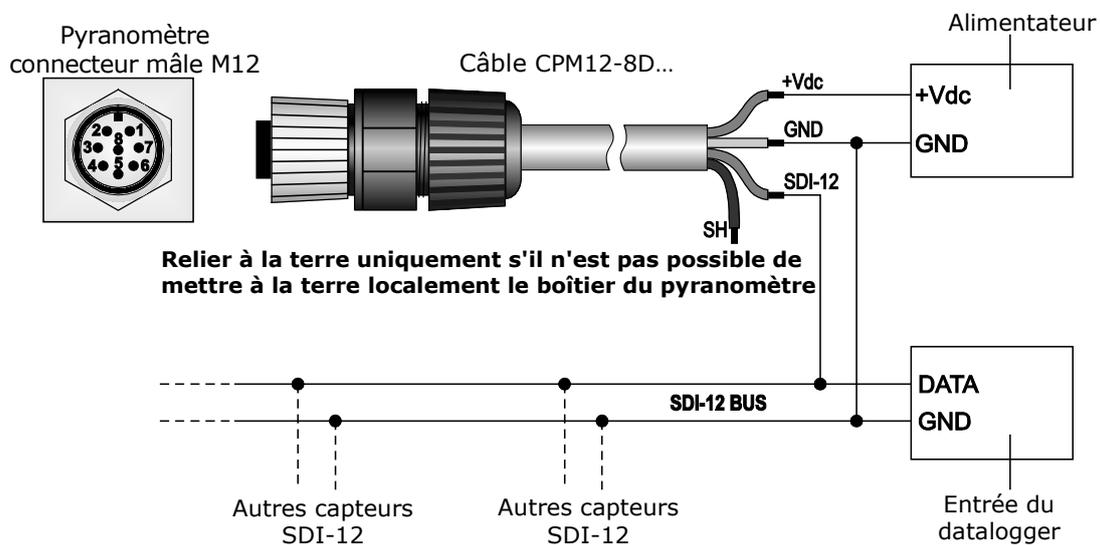


Fig. 4.5: Connexions LPPYRA10S12

Plusieurs 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 d'énergie ($< 200 \mu\text{A}$), LPPYRA10S12 est particulièrement adapté aux systèmes d'acquisition de données alimentés par batterie ou panneau solaire.

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

4.6 CONNEXION LPPYRA10ACS[4]

Le pyranomètre LPPYRA10ACS[4] a deux sortie:

- Une sortie **4...20 mA**, nécessitant une alimentation externe de **10...30 Vdc**. Elle doit être connectée à une alimentation et à un instrument avec entrée 4...20 mA comme indiqué sur la fig. 4.6. La résistance de charge de l'instrument qui lit le signal doit être $\leq 500 \Omega$.
- Une sortie **RS485 Modbus-RTU**, nécessitant une alimentation externe de **5...30 Vdc**. Elle doit être connectée à une alimentation et à un PLC, un enregistreur de données ou un convertisseur RS485/USB ou RS485/RS232 pour PC, comme indiqué sur la figure 4.6. La sortie RS485 n'est pas isolée.

Connecteur	Fonction	Couleur
1	Alimentation négative (GND)	Blue
2	Alimentation positive (+Vdc)	Rouge
3	Masse numérique et analogique (SGND)	Noir
4	RS485 A/-	Marron
5	RS485 B/+	Blanc
6	Boitier / Écran (SH)	Noir (fil épais)
7	Sortie analogique positive (AOUT)	Vert
8	Non connecté	

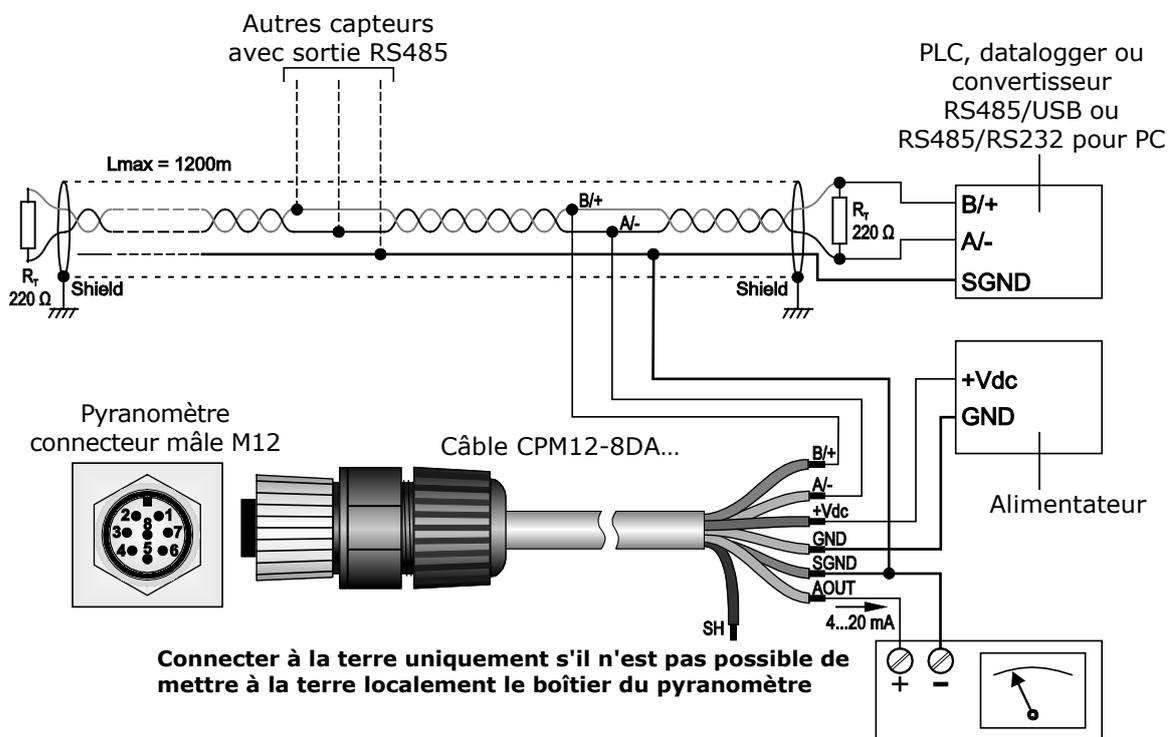


Fig. 4.6: Connexions LPPYRA10ACS[4]

Avant de connecter le pyranomètre au réseau RS485, il faut régler l'adresse et les paramètres de communication, s'ils sont différents de ceux réglés en 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 LPPYRA10, LPPYRA10AC[S][4] et LPPYRA10AV[4].

5.1 LPPYRA10

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 LPPYRA10AC[S][4]

Le signal de sortie 4...20 mA correspond à une plage d'éclairement énergétique de 0...2000 W/m^2 (LPPYRA10AC[S]) ou 0...4000 W/m^2 (LPPYRA10AC[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 LPPYRA10AV[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 (LPPYRA10AV) ou 0...4000 W/m^2 (LPPYRA10AV4).

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.

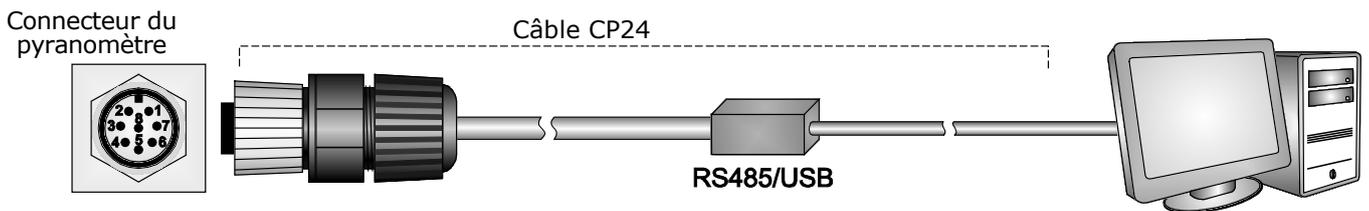
6 SORTIE RS485 MODBUS-RTU

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

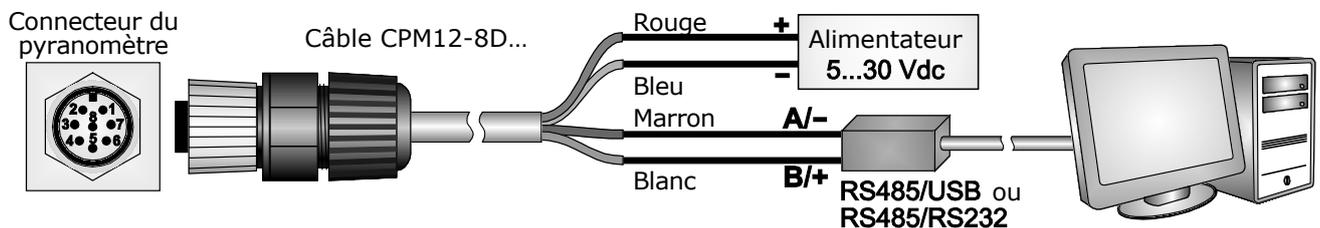
6.1 REGLAGE DE PARAMETRES DE COMMUNICATION

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 à 8 pôles fourni ou le câble optionnel CPM12-8D... 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 de 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 pyranomètre 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 ⇒ 9600 n=1 ⇒ 19200 n=2 ⇒ 38400 n=3 ⇒ 57600 n=4 ⇒ 115200 Préréglé à 1 ⇒ 19200
CMP _n	&	Régler la modalité de transmission RS485 n=0 ⇒ 8-N-1 (8 bit de données, pas de parité, 1 bit de stop) n=1 ⇒ 8-N-2 (8 bit de données, pas de parité, 2 bit de stop) n=2 ⇒ 8-E-1 (8 bit de données, parité paire, 1 bit de stop) n=3 ⇒ 8-E-2 (8 bit de données, parité paire, 2 bit de stop) n=4 ⇒ 8-O-1 (8 bit de données, parité impaire, 1 bit de stop) n=5 ⇒ 8-O-2 (8 bit de données, parité impaire, 2 bit de stop) Préréglé à 2 ⇒ 8-E-1
CMW _n	&	Régler la modalité de réception après la transmission n=0 ⇒ Viole le protocole, écoute immédiatement après Tx n=1 ⇒ Respecte le protocole, attend 3,5 caractères après Tx Préréglé à 1 ⇒ 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 ⇒ 9600 1 ⇒ 19200 2 ⇒ 38400 3 ⇒ 57600 4 ⇒ 115200
RMP	<i>Mode Tx</i> (0,1,2,3,4,5)	Lire modalité de transmission RS485 0 ⇒ 8-N-1 1 ⇒ 8-N-2 2 ⇒ 8-E-1 3 ⇒ 8-E-2 4 ⇒ 8-O-1 5 ⇒ 8-O-2
RMW	<i>Mode Rx</i> (0,1)	Lire modalité de réception après la transmission RS485 0 ⇒ 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 LPPYRA10S12 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.
Niveau interne du signal		
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.
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 éthyle 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÷11 $\mu\text{V}/\text{Wm}^{-2}$
Impédance	5÷50 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 $\mu\text{V}/\text{Wm}^{-2}$ (LPPYRA10) Analogique 4÷20 mA (LPPYRA10AC[S]) Analogique 0÷1 V, 0÷5 V ou 0÷10 V (LPPYRA10AV) Digitale RS485 Modbus-RTU (LPPYRA10[AC]S) Digitale SDI-12 (LPPYRA10S12)
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 LPPYRA10S12
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 A
Temps de réponse (95%)	< 5 s
Offset du zéro	
a) réponse à une radiation thermique de 200 W/m^2	< $ \pm 7 \text{ W}/\text{m}^2$
b) réponse à une variation de la température ambiante de 5 K/h	< $ \pm 2 \text{ W}/\text{m}^2$
c) c) décalage zéro total incluant les effets a), b) et autres sources	< $ \pm 10 \text{ W}/\text{m}^2$
Instabilité à long terme (1 an)	< $ \pm 0.5 \%$
Non linéarité	< $ \pm 0.2 \%$
Réponse selon la loi du cosinus	< $ \pm 10 \text{ W}/\text{m}^2$
Erreur spectrale	< $ \pm 0.2 \%$
Réponse en température (-10...+40°C)	< 1 %
Réponse en fonction du Tilt	< $ \pm 0.2 \%$

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	Base 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 à hauteur réglable 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 dénudés à l'autre extrémité. Longueur 2 m (CPM12AA4.2), 5 m (CPM12AA4.5) ou 10 m (CPM12AA4.10). Pour LPPYRA10, LPPYRA10AC[4] et LPPYRA10AV[4].
CPM12-8D...	Câble avec connecteur M12 à 8 pôles à une extrémité, fils dénudés à l'autre extrémité. Longueur 2 m (CPM12-8D.2), 5 m (CPM12-8D.5) ou 10 m (CPM12-8D.10). Pour LPPYRA10S et LPPYRA10S12.
CPM12-8DA...	Câble avec connecteur M12 à 8 pôles à une extrémité, fils dénudés à l'autre extrémité. Longueur 2 m (CPM12-8DA.2), 5 m (CPM12-8DA.5) ou 10 m (CPM12-8DA.10). Pour LPPYRA10ACS[4].
CP24	Câble de connexion PC pour la configuration des paramètres MODBUS RS485 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 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.