



# INDEX

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>INSTALLATION .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>CONNEXIONS ÉLECTRIQUES .....</b>	<b>8</b>
4.1	CONNEXIONS LPPYRA03 .....	8
4.2	CONNEXIONS LPPYRA03AC.....	9
4.3	CONNEXIONS LPPYRA03AV.....	9
4.4	CONNEXIONS LPPYRA03S.....	10
4.5	CONNEXIONS LPPYRA03S12 .....	11
4.6	CONNEXIONS LPPYRA03ACS.....	12
<b>5</b>	<b>EXECUTION DES MESURES (VERSION SORTIE ANALOGIQUE) .....</b>	<b>13</b>
5.1	LPPYRA03 .....	13
5.2	LPPYRA03AC[S].....	13
5.3	LPPYRA03AV .....	13
<b>6</b>	<b>SORTIE RS485 MODBUS-RTU.....</b>	<b>14</b>
6.1	REGLAGE DE PAREMETRES DE COMMUNICATION.....	14
6.2	LECTURE DE MESURES AVEC LE PROTOCOL MODBUS-RTU.....	16
<b>7</b>	<b>SORTIE SDI-12 .....</b>	<b>17</b>
<b>8</b>	<b>MANUTENTION .....</b>	<b>22</b>
<b>9</b>	<b>CARACTERISTIQUES TECHNIQUES.....</b>	<b>23</b>
<b>10</b>	<b>INSTRUCTION POUR LA SÉCURITÉ .....</b>	<b>24</b>
<b>11</b>	<b>CODES DE COMMANDE DES ACCESSOIRES.....</b>	<b>25</b>

# 1 INTRODUCTION

Le pyranomètre LPPYRA03 mesure l'éclairement énergétique sur une surface plate ( $\text{W}/\text{m}^2$ ). L'éclairement énergétique mesuré est la somme du rayonnement direct produit par le soleil et le rayonnement diffus (éclairement énergétique global).

Le LPPYRA03 est un pyranomètre classifié comme Classe C spectralement plat (Seconde classe) 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 :

- **LPPYRA03:** PASSIF.  
La version passive peut être branchée aux instruments indicateurs DO9847 et HD31 à travers le module SICRAM VP472.
- **LPPYRA03AC:** ACTIF avec sortie en COURANT 4..20 mA ( $0\text{...}2000 \text{ W}/\text{m}^2$ ).
- **LPPYRA03ACS:** ACTIF avec sortie en COURANT 4..20 mA ( $0\text{...}2000 \text{ W}/\text{m}^2$ ) et sortie RS485 Modbus-RTU
- **LPPYRA03AV:** ACTIF avec sortie en TENSION 0..1 ou 0..5 ou 0..10 V ( $0\text{...}2000 \text{ W}/\text{m}^2$ ) à établir au moment de la commande.
- **LPPYRA03S:** avec sortie RS485 Modbus-RTU.
- **LPPYRA03S12:** 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 (Centre mondial de rayonnement).

## 2 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

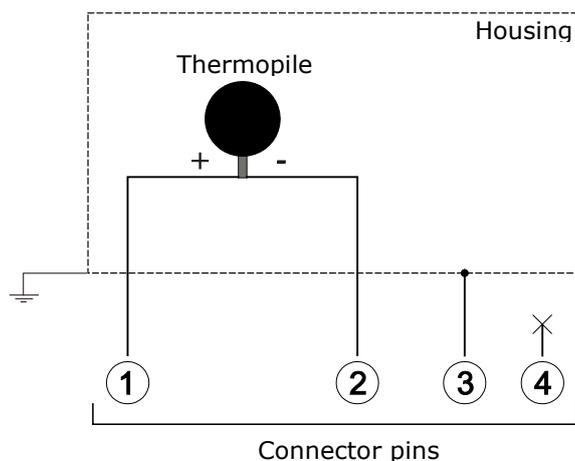
Le pyranomètre LPPYRA03 se base sur un capteur à thermopile. La surface sensible de la thermopile est revêtue d'un vernis noir opaque qui permet au pyranomètre de n'être pas sélectif envers les différentes longueurs d'onde.

La plage spectrale du pyranomètre est déterminée par la transmission du dôme 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.

Afin d'assurer à la thermopile une bonne isolation thermique du vent et de réduire la sensibilité au rayonnement thermique, LPPYRA03 est équipé d'un dôme de 4 mm d'épaisseur et de 32 mm de diamètre extérieur. Le dôme protège la thermopile de la poussière, qui pourrait modifier la sensibilité spectrale si elle se trouve sur la surface noire.

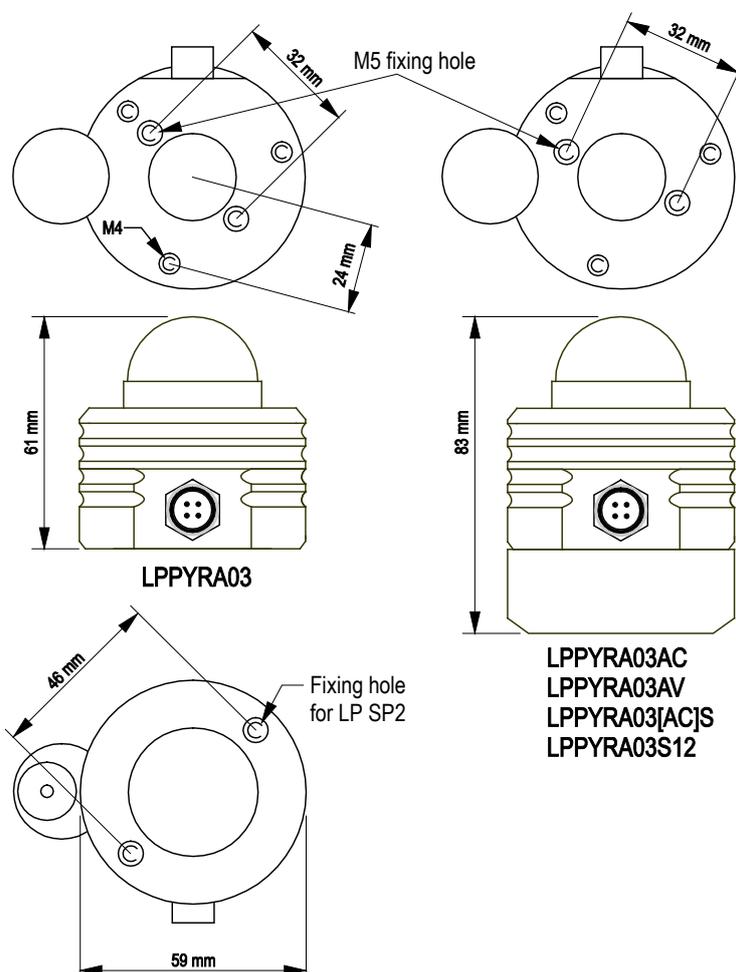
Pour éviter la formation de condensation sur la partie interne du dôme dans certaines conditions climatiques, des pastilles de gel de silice sont insérées à l'intérieur du pyranomètre pour absorber l'humidité.



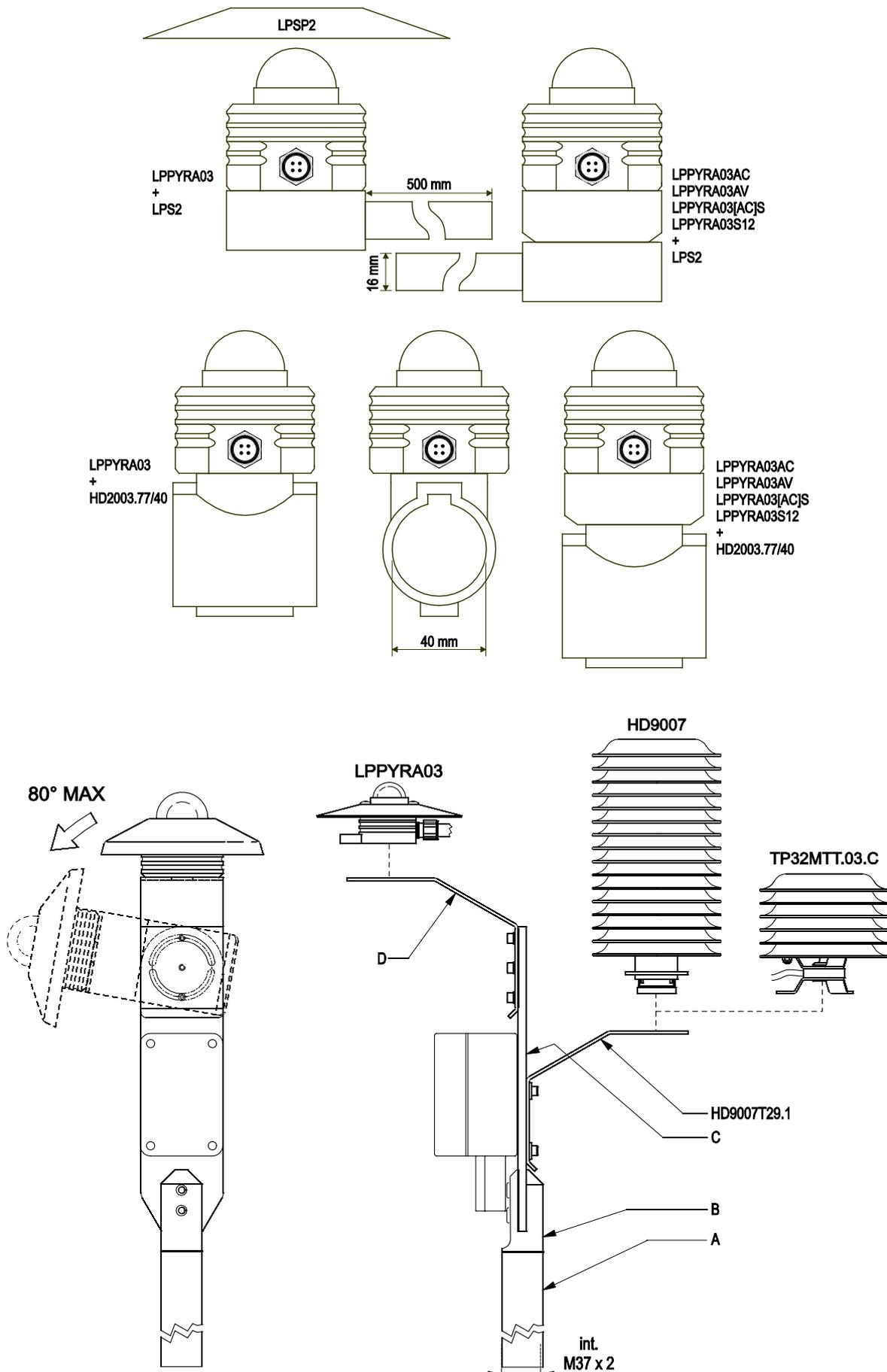
**Fig. 2.1: schéma de principe LPPYRA03 (version avec sortie mV)**

### 3 INSTALLATION

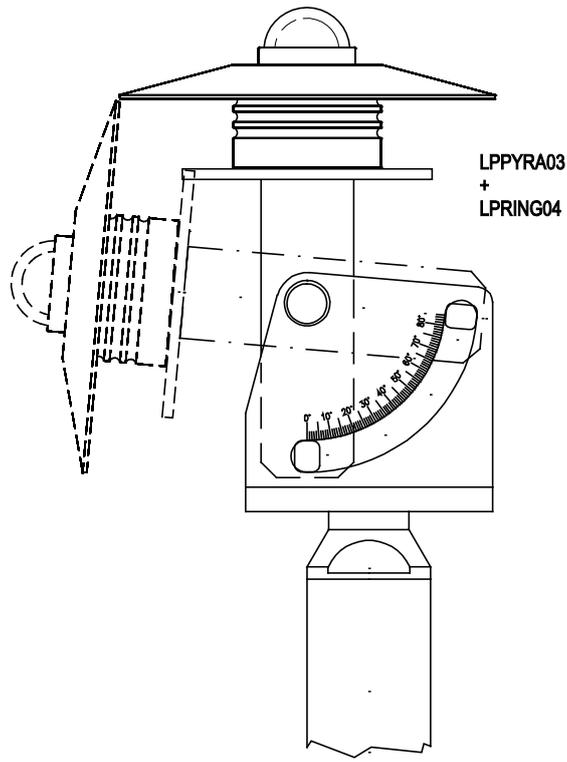
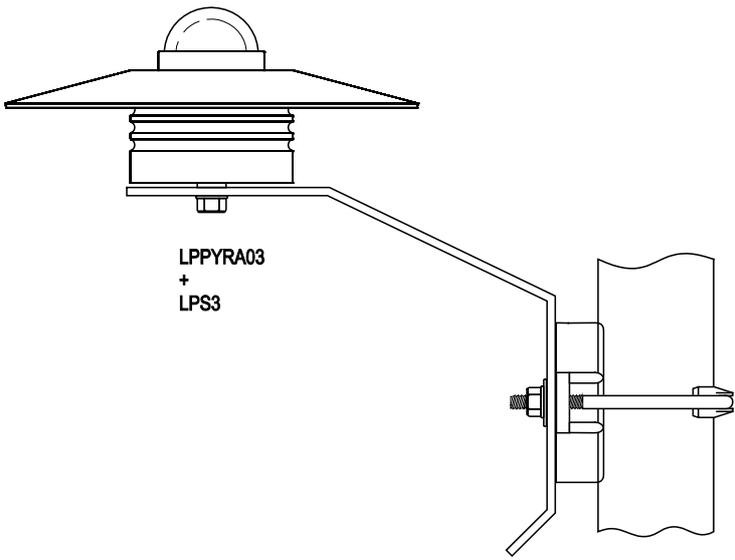
- Le pyranomètre doit être installé dans une position aisément accessible pour un nettoyage périodique du dôme et pour la maintenance. En même temps, on devra éviter que des bâtiments, des arbres ou des obstacles de n'importe quel type dépassent le plan horizontal sur lequel le pyranomètre a été placé. 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 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. 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. 3.1: Trous de fixation**



**Fig. 3.2: accessoires de fixation**



**Fig. 3.3: accessoires de fixation**

## 4 CONNEXIONS ÉLECTRIQUES

**LPPYRA03**, **LPPYRA03AC** et **LPPYRA03AV** 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.

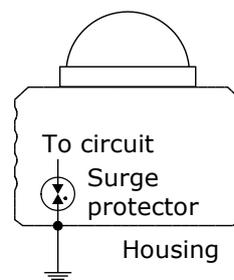
**LPPYRA03S** et **LPPYRA03S12** ont un connecteur à 8 pôles et utilisent les **câbles optionnels CPM12-8D...** avec un connecteur à 8 pôles d'un côté et des fils ouverts de l'autre côté.



**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 LPPYRA03AV, le boîtier n'est pas connecté au connecteur.

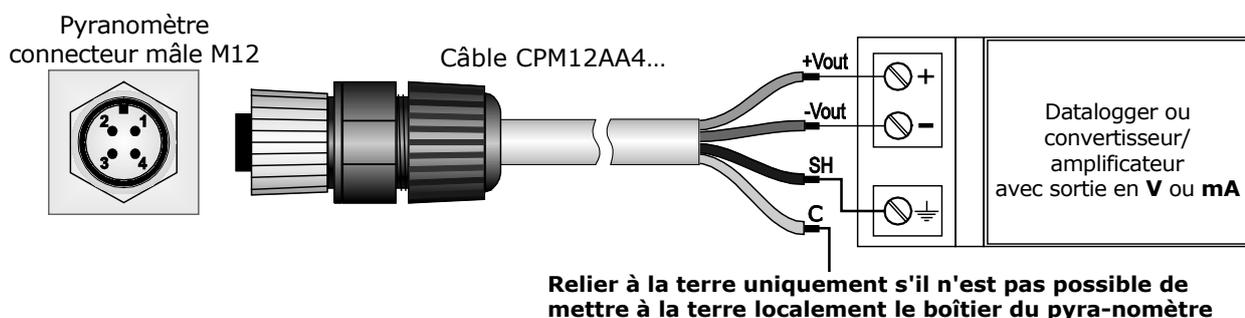
Dans les versions alimentées, à l'intérieur du boîtier se trouve un parasurtenseur connecté entre le boîtier lui-même et le circuit électronique. La mise à la terre du boîtier permet le bon fonctionnement de la protection (notamment contre la foudre) du parafoudre.



### 4.1 CONNEXIONS LPPYRA03

Le pyranomètre LPPYRA03 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 $\mu$ 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



**Fig. 4.1: Connexions LPPYRA03**

## 4.2 CONNEXIONS LPPYRA03AC

Le pyranomètre LPPYRA03AC 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

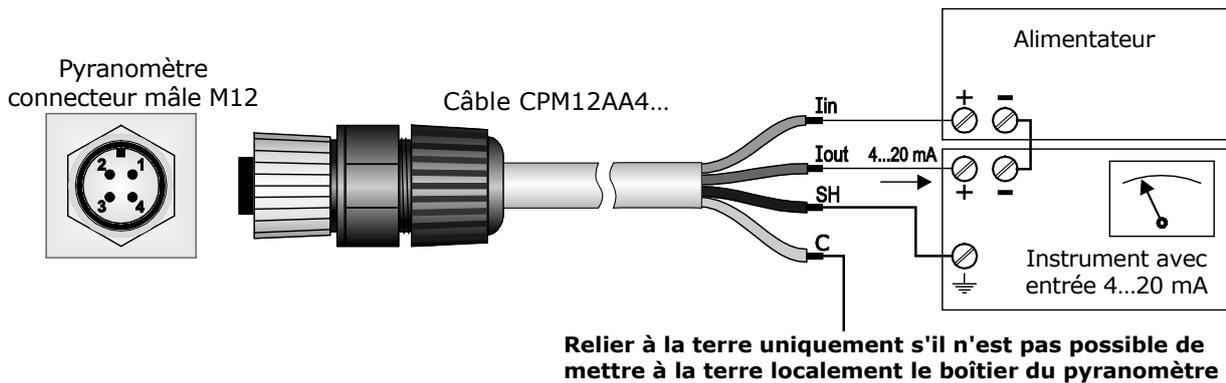


Fig. 4.2: Connexions LPPYRA03AC

## 4.3 CONNEXIONS LPPYRA03AV

Le pyranomètre LPPYRA03AV 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

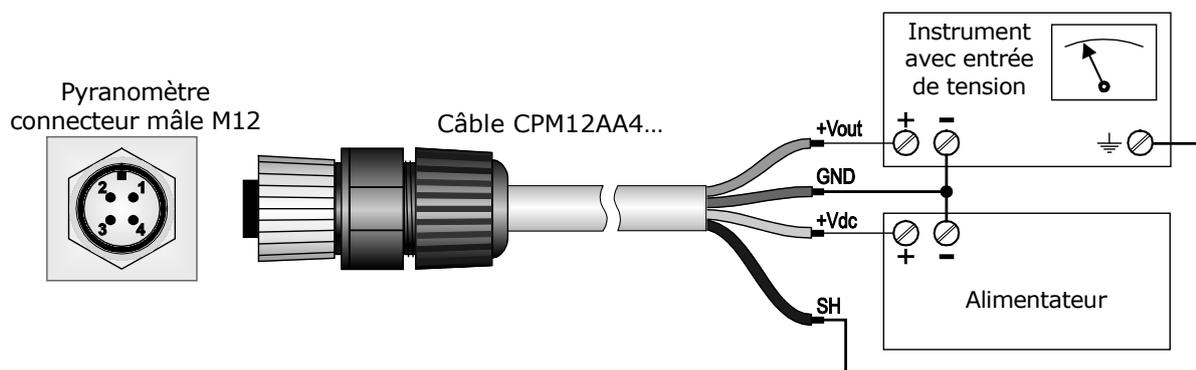
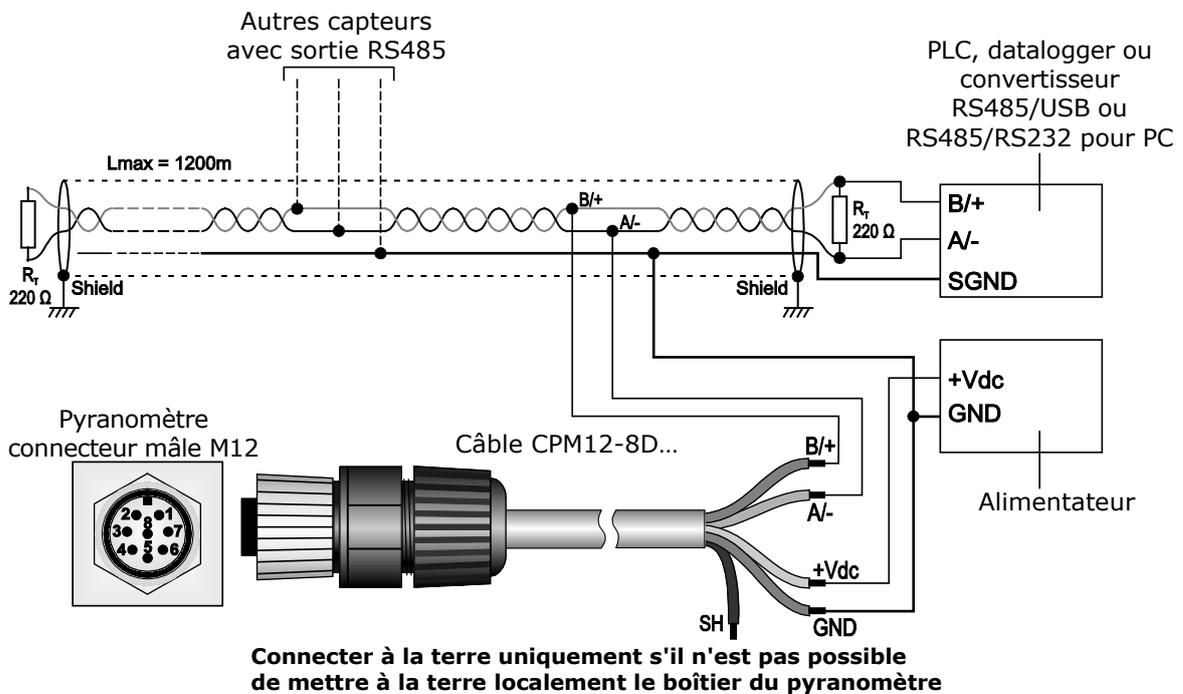


Fig. 4.3: Connexions LPPYRA03AV

#### 4.4 CONNEXIONS LPPYRA03S

Le pyranomètre LPPYRA03S 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	Boitier / Écran (SH)	Noir
7	Non connecté	
8	Non connecté	



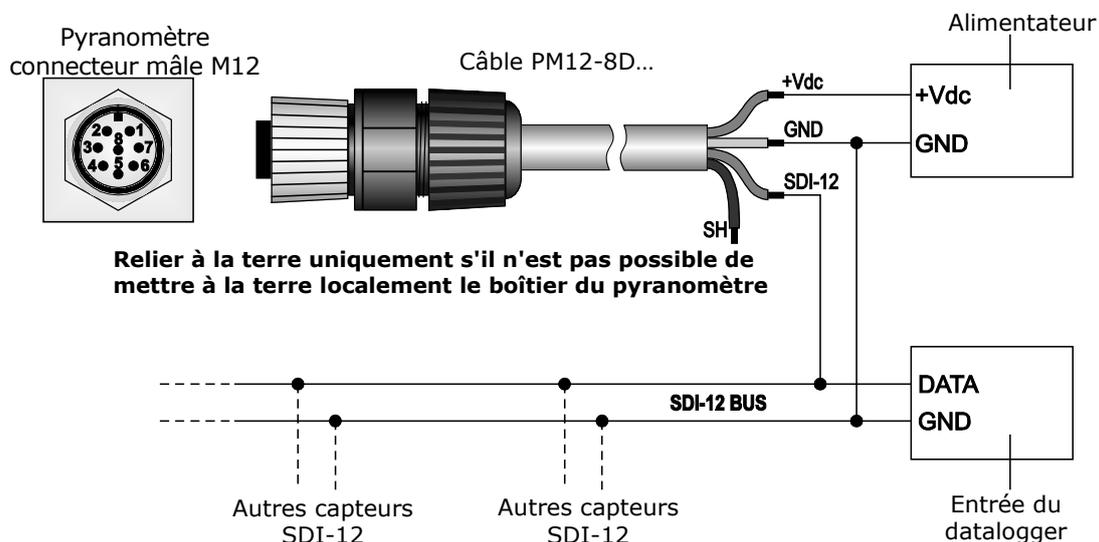
**Fig. 4.4: Connexions LPPYRA03S**

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 CONNEXIONS LPPYRA03S12

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	Bleu
2	Alimentation positive (+Vdc)	Rouge
3	Non connecté	
4	Non connecté	
5	Sortie SDI-12 positive	Blanc
6	Boîtier / Écran (SH)	Noir
7	Non connecté	
8	Non connecté	



**Fig. 4.5: Connexions LPPYRA03S12**

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.

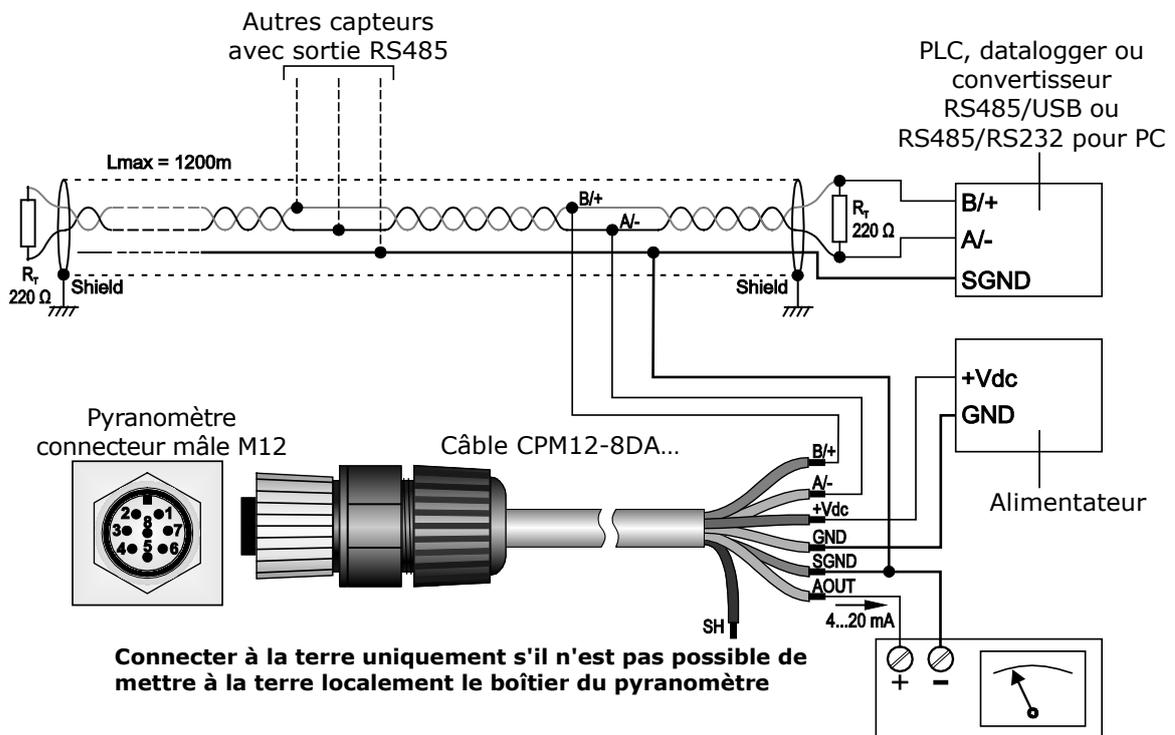
Avant de connecter l'instrument à un réseau SDI-12 contenant d'autres capteurs, réglez l'adresse en utilisant la commande SDI-12 appropriée (voir chapitre 7).

## 4.6 CONNEXIONS LPPYRA03ACS

Le pyranomètre LPPYRA03ACS 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 entrée 4...20 mA comme indiqué sur la fig. 4.6. La résistance de charge de l'instrument lisant le signal doit être  $\leq 500 \Omega$ .
- Une sortie RS485 Modbus-RTU, nécessitant 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. 4.6. 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 LPPYRA03ACS[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 LPPYRA03, LPPYRA03AC[S] et LPPYRA03AV.

### 5.1 LPPYRA03

---

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<sub>e</sub>** est obtenu grâce à la formule suivante :

$$E_e = DDP / S$$

où:

**E<sub>e</sub>** est l'éclairement énergétique exprimé en  $\text{W}/\text{m}^2$ ;

**DDP** est la différence de potentiel exprimée en  $\mu\text{V}$  mesurée par le multimètre;

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

### 5.2 LPPYRA03AC[S]

---

Le signal de sortie 4...20 mA correspond à une plage d'éclairement énergétique de 0...2000  $\text{W}/\text{m}^2$ .

L'éclairement énergétique **E<sub>e</sub>** est obtenu en mesurant avec un multimètre le courant **I<sub>out</sub>** absorbé par le capteur et en appliquant la formule suivante :

$$E_e = 125 \cdot (I_{out} - 4)$$

où:

**E<sub>e</sub>** est l'éclairement énergétique exprimé en  $\text{W}/\text{m}^2$ ;

**I<sub>out</sub>** est le courant en mA absorbé par l'instrument.

### 5.3 LPPYRA03AV

---

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  $\text{W}/\text{m}^2$

L'éclairement énergétique **E<sub>e</sub>** est obtenu en mesurant avec un multimètre la tension de sortie **V<sub>out</sub>** du capteur et en appliquant la formule suivante :

$$E_e = 2000 \cdot V_{out} \quad \text{pour la version 0...1 V}$$

$$E_e = 400 \cdot V_{out} \quad \text{pour la version 0...5 V}$$

$$E_e = 200 \cdot V_{out} \quad \text{pour la version 0...10 V}$$

où:

**E<sub>e</sub>** est l'éclairement énergétique exprimé en  $\text{W}/\text{m}^2$ ;

**V<sub>out</sub>** est la tension de sortie exprimée en V mesurée par le multimètre.

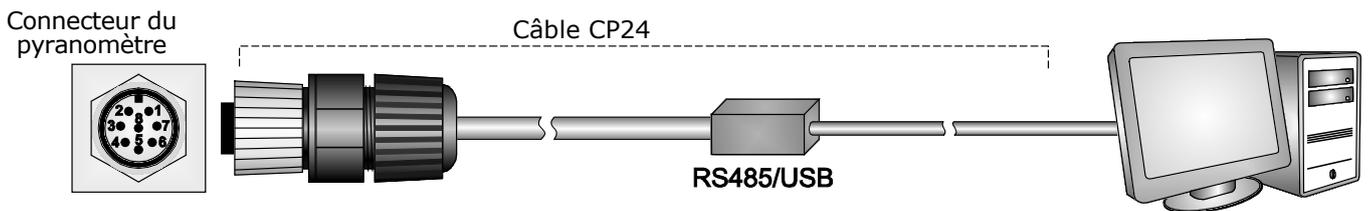
## 6 SORTIE RS485 MODBUS-RTU

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 préréglé à l'usine.

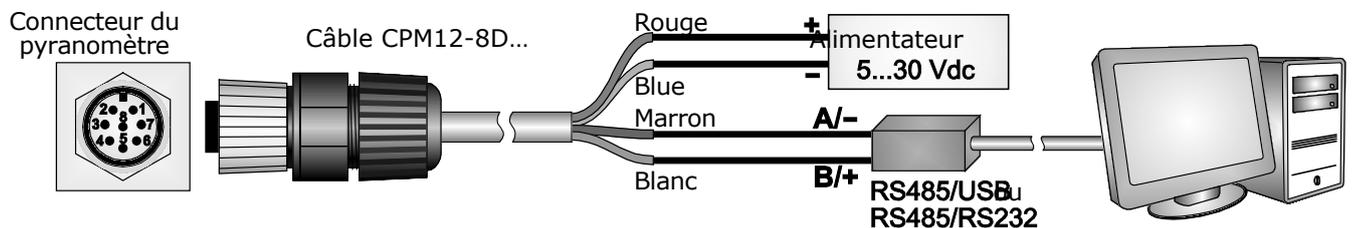
### 6.1 REGLAGE DE PARAMETRES DE COMMUNICATION

Connecter 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 indiquées dans le tableau suivant pour définir les paramètres MODBUS RS485 :

Commande	Réponse	Description
CMA <sub>nnn</sub>	&	Régler adresse RS485 à nnn De 1 à 247 Préréglé à 1
CMB <sub>n</sub>	&	Régler Baud Rate RS485 n=0 ⇒ 9600      n=1 ⇒ 19200      n=2 ⇒ 38400 n=3 ⇒ 57600    n=4 ⇒ 115200 Préréglé à 1 ⇒ 19200
CMP <sub>n</sub>	&	Régler la modalité de transmission RS485 n=0 ⇒ 8-N-1 (8 bit de donn., pas de parité, 1 bit de stop) n=1 ⇒ 8-N-2 (8 bit de donn., pas de parité, 2 bit de stop) n=2 ⇒ 8-E-1 (8 bit de donn., parité paire, 1 bit de stop) n=3 ⇒ 8-E-2 (8 bit de donn., parité paire, 2 bit de stop) n=4 ⇒ 8-O-1 (8 bit de donn., parité impaire, 1 bit de stop) n=5 ⇒ 8-O-2 (8 bit de donn., parité impaire, 2 bit de stop) Préréglé à 2 ⇒ 8-E-1
CMW <sub>n</sub>	&	Régler la modalité de réception après la transmission RS485 n=0 ⇒ Violer le protocole et passer en mode Rx juste 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>Address</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>Tx Mode</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>Rx Mode</i> (0,1)	Lire modalité de réception après la transmission RS485 0 ⇒ Violer le protocole et passer en mode Rx juste 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

En mode MODBUS, il est possible de lire les valeurs mesurées par le pyranomètre grâce au code de fonction 04h (Read Input Registers). Le tableau suivant 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 <sup>2</sup>	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	Valeurs moyennes des 4 dernières mesures	Entier 16 bit
6	5	Signal généré par le capteur en $\mu\text{V}/10$ [e.g.: 816 signifie 8160 $\mu\text{V}$ , la résolution est de 10 $\mu\text{V}$ ]	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 d'envoyer des demandes MODBUS au pyranomètre.

## 7 SORTIE SDI-12

Le pyranomètre LPPYRA03S12 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 ci-dessous :

**<Address><Command>!**

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

La réponse de l'instrument est dans la forme:

**<Address><Data><CR><LF>**

avec <Address> = adresse de l'instrument de l'instrument qui répond  
<Data> = 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
<b>a!</b>	a<CR><LF>	Vérification de la présence de l'instrument.
<b>aI!</b>	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: 013C2AILP-PYRA0016051518 avec: 0 = adresse de l'instrument 13 = compatible SDI-12 version 1.3 C2AI = nom du producteur LP-PYR = modèle instrument A00 = Version firmware A.0.0 16051518 = numéro de série	Demande des informations de l'instrument.

Commande	Réponse de l'instrument	Description
<b>aAb!</b> 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.
<b>?!</b>	a<CR><LF>	Demande de l'adresse de l'instrument. Si plus d'un capteur est connecté au bus, un conflit se produit.
<b>COMMANDES TYPE M (START MEASUREMENT) ET TYPE C (START CONCURRENT MEASUREMENT)</b>		
<b>Irradiance, niveau interne du signal et température interne</b>		
<b>aM!</b> <b>aC!</b>	atttn<CR><LF>  avec:    t t t = 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 aC!)  Note: t t t = 000 indique donnée immédiatement disponible.	Demande d'exécution de la mesure.
<b>aD0!</b>	a+n+w...w+v...v+t...t<CR><LF>  avec: n = contenu du registre d'état w...w = éclairement énergétique en W/m <sup>2</sup> 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 <sup>2</sup> 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.
<b>Irradiance et température interne</b>		
<b>aM1!</b> <b>aC1!</b>	atttn<CR><LF>  avec:    t t t = nombre de seconds nécessaires à l'instrument pour rendre la mesure disponible (3 caractères) n =nombre de variables détectées (1 caractère pour aM1!, 2 caractères pour aC1!)  Note: t t t = 000 indique donnée immédiatement disponible	Demande d'exécution de la mesure.

Commande	Réponse de l'instrument	Description
<b>aD0!</b>	<p>a+w...w+t...t&lt;CR&gt;&lt;LF&gt;</p> <p>avec:</p> <p>w...w = éclairement énergétique en W/m<sup>2</sup></p> <p>t...t = température interne dans l'unité de mesure choisie (default °C)</p> <p>⇒ Exemple de réponse: 0+228.7+25.0</p> <p>adresse de la sonde = 0</p> <p>éclairage énergétique = 228.7 W/m<sup>2</sup></p> <p>température interne = 25.0 °C</p>	Lecture de la mesure.

Commande	Réponse de l'instrument	Description
<b>Température interne</b>		
<b>aM2!</b> <b>aC2!</b>	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 caractères pour aM2!, 2 caractères pour aC2!) Note: ttt = 000 indique donnée immédiatement disponible	Demande d'exécution de la mesure.
<b>aD0!</b>	a+t...t<CR><LF> avec t...t = température interne dans l'unité de mesure choisie (default °C) ⇒ Exemple de réponse: 0+25.0 adresse de la sonde = 0 température interne = 25.0 °C	Lecture de la mesure.
<b>Niveau interne du signal</b>		
<b>aM3!</b> <b>aC3!</b>	atttn<CR><LF> with: ttt = nombre de seconds nécessaires à l'instruments pour rendre la mesure disponible (3 caractères) n = nombre de variables détectées (1 caractère pour aM3!, 2 caractères pour aC3!) Note: ttt = 000 indique donnée immédiatement disponible	Demande d'exécution de la mesure.
<b>aD0!</b>	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 commandées 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
<b>aXSCAL USER ON!</b>	a> USER ENABLED!<CR><LF>	Active le mode de configuration.
<b>aXSCFD!</b>	a> &<CR><LF>	Définit °C comme unité de mesure de la température.
<b>aXSCFE!</b>	a> &<CR><LF>	Définit °F comme unité de mesure de la température.

Commande	Réponse de l'instrument	Description
<b>aXSCAL END!</b>	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](http://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.

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

## 9 CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

<b>Elément sensible</b>	Thermopile
<b>Sensibilité typique</b>	5÷15 $\mu\text{V}/\text{Wm}^{-2}$
<b>Impédance</b>	33÷45 $\Omega$
<b>Plage de mesure</b>	0÷2000 $\text{W}/\text{m}^2$
<b>Angle de vue</b>	$2\pi$ sr
<b>Plage spectrale (50%)</b>	300÷2800 nm
<b>Température et HR de fonctionnement</b>	-40÷80 °C / 0÷100%
<b>Sortie</b>	Analogique in $\mu\text{V}/\text{Wm}^{-2}$ (LPPYRA03) Analogique 4÷20 mA (LPPYRA03AC[S]) Analogique 0÷1 V, 0÷5 V ou 0÷10 V (LPPYRA03AV) Digitale RS485 Modbus-RTU (LPPYRA03[AC]S) Digitale SDI-12 (LPPYRA03S12)
<b>Alimentation</b>	10÷30 Vdc (4÷20 mA, 0÷1 V and 0÷5 V outputs) 15÷30 Vdc (0÷10 V output) 5÷30 Vdc (RS485 Modbus-RTU output) 7÷30 Vdc (SDI-12 output)
<b>Consommation</b>	< 200 $\mu\text{A}$ for the version LPPYRA03S12
<b>Connexion</b>	4 or 8-pole M12 connector depending on the model
<b>Sortie</b>	Fig. 3.1
<b>Poids</b>	270 g approx. (version passive) 400 g approx. (version active) Poids sans disque de protection en option
<b>Précision du dispositif de mise à niveau</b>	< 0.2°
<b>Degré de protection</b>	IP 67
<b>MTBF</b>	> 10 ans

### Caractéristiques Techniques selon ISO 9060:2018

<b>Classification</b>	Spectrally Flat Class C
<b>Temps de réponse (95%)</b>	< 20 s
<b>Offset du zéro</b>	
a) réponse à une radiation thermique de 200 $\text{W}/\text{m}^2$	< $ \pm 15  \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 zéro total incluant les effets a), b) et autres sources	< $ \pm 20  \text{ W}/\text{m}^2$
<b>Instabilité à long terme (1 an)</b>	< $ \pm 1  \%$
<b>Non linéarité</b>	< $ \pm 1.5  \%$
<b>Réponse selon la loi du cosinus</b>	< $ \pm 20  \text{ W}/\text{m}^2$
<b>Erreur spectrale</b>	< $ \pm 2  \%$
<b>Réponse en température (-10...+40°C)</b>	< 3 %
<b>Réponse en fonction du Tilt</b>	< $ \pm 2  \%$

## 10 INSTRUCTION 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 CODES DE COMMANDE DES ACCESSOIRES

<b>LPSP2</b>	Disque d'ombrage.
<b>LPS2</b>	Kit comprenant une embase de fixation pour le pyranomètre et une tige $\varnothing$ 16 x 500 mm.
<b>LPS3</b>	Support de fixation pour le pyranomètre, adapté pour mât $\varnothing$ 40 ÷ 50 mm. Installation sur mât horizontal ou vertical.
<b>LPRING04</b>	Support réglable pour le montage du pyranomètre en position inclinée sur mât $\varnothing$ 40 mm avec filetage intérieur.
<b>HD2003.77/40</b>	Fixation pour mât $\varnothing$ 40 mm pour installer le pyranomètre sur un mât transversal.
<b>LPS6</b>	Kit pour l'installation du pyranomètre, comprenant : mât 750 mm, embase, plaque support graduée, support pour pyranomètres.
<b>CPM12AA4...</b>	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 LPPYRA03, LPPYRA03AC et LPPYRA03AV.
<b>CPM12-8D...</b>	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 LPPYRA03S et LPPYRA03S12.
<b>CPM12-8DA...</b>	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 LPPYRA03ACS.
<b>CP24</b>	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.
<b>LPRING13</b>	Base annulaire pour mesurer le rayonnement diffusé.

**Les laboratoires métrologiques LAT N° 124 C2AI 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.**

Document non contractuel - Nous nous réservons le droit de faire évoluer les caractéristiques de nos produits sans préavis - MN/LPPYRA03/2021/03

**Siège social Lyon** / 9 rue de Catalogne - Parc des Pivolles - 69153 Décines Cedex / +33 (0)4 72 15 88 70 / [contact@c2ai.com](mailto:contact@c2ai.com)

**Agence Île de France**  
[paris@c2ai.com](mailto:paris@c2ai.com)

**Agence Est**  
[mulhouse@c2ai.com](mailto:mulhouse@c2ai.com)

**Agence Sud-Ouest**  
[sudouest@c2ai.com](mailto:sudouest@c2ai.com)

**Service Export**  
[export@c2ai.com](mailto:export@c2ai.com)



[contact@c2ai.com](mailto:contact@c2ai.com)



[www.c2ai.com](http://www.c2ai.com)