



## SONDE PHOTOMÉTRIQUE LP PHOT 02 SONDE RADIOMÉTRIQUE LP UVA 02

### LP PHOT 02

La sonde LP PHOT 02 mesure l'éclairement lumineux (lux) défini comme le rapport entre le flux lumineux (lumen) qui traverse une surface et la zone de la surface considérée (m<sup>2</sup>). La courbe de réponse spectral d'une sonde photométrique est semblable à celle de l'œil humain, notée comme courbe photo typique standard V(λ). La différence de la réponse spectrale entre la sonde LP PHOT 01 à la courbe photo typique standard V(λ) évaluée grâce au calcul de l'erreur f<sub>1</sub>. Elle est conçue et construite pour l'installation à l'extérieur pour de longues durées. La sonde photométrique pour l'utilisation extérieure est utilisée pour la mesure de la lumière du jour dans le domaine météorologique et climatologique.

### Principe de Fonctionnement

La sonde LP PHOT 02 se base sur un capteur dur dont la réponse spectrale a été corrigée à l'utilisation des filtres pour l'adapter à la réponse de l'œil humain. La courbe de réponse spectrale typique est illustrée sur le schéma 1.

Le LP PHOT 02 est équipé d'une coupole en verre transparent avec un diamètre extérieur de 50 mm afin de garantir une protection appropriée du senseur contre les agents atmosphériques.

La réponse selon la loi du cosinus a été obtenue grâce à la forme particulière du diffuseur en PTFE et du récipient. L'écart entre la réponse théorique et la réponse mesurée est reporté sur le schéma 2.

L'accord entre la réponse du LP PHOT 02 et la loi du cosinus permet d'utiliser l'instrument également lorsque le soleil à une élévation très basse.

### Installation et montage de la sonde LP PHOT 02 pour la mesure de la radiation totale:

Avant l'installation de la sonde il est nécessaire de charger la cartouche qui contient les cristaux de silicagel. Le silicagel a pour but d'absorber la fonction de l'humidité dans la chambre de la coupole, humidité qui dans des conditions particulières climatiques peut former de la buée sur la paroi intérieure de la coupole et changer la mesure. Pendant le chargement des cristaux de silicagel, il est conseillé d'éviter de le mouiller ou de le toucher avec les mains. Les opérations à suivre dans un lieu sec sont:

- 1 Dévisser les trois vis qui fixent l'écran blanc
- 2 Dévisser la cartouche porte silicagel à l'aide d'une monnaie
- 3 Bouger le bouchon troué de la cartouche
- 4 Ouvrir l'enveloppe (qui se trouve avec la sonde) qui contient le silicagel

- 5 Remplir la cartouche avec des cristaux de silicagel
- 6 Refermer la cartouche avec le bouchon approprié, s'assurant que l'O-ring de tenue est correctement positionné.
- 7 Visser la cartouche au corps de la sonde à l'aide d'une pièce de monnaie
- 8 S'assurer que la cartouche est bien vissée (dans le cas contraire la durée des cristaux de silicagel se réduit)
- 9 Positionner l'écran et le visser avec les vis
- 10 La sonde photométrique est prête pour être utilisée

Sur l'illustration 3 sont illustrées les opérations utiles pour le chargement de la cartouche avec des cristaux de silicagel.

- Le LP PHOT 02 doit être installé dans un lieu facilement accessible pour effectuer un nettoyage périodique de la coupole extérieure et pour la maintenance. De plus il est souhaitable d'éviter que des constructions, des arbres ou n'importe quelle autre entrave, dépassent le plan horizontal, où se trouve la sonde. Dans le cas où cela ne serait pas possible, on conseille de choisir une position où les éléments gênants présents sur le parcours du soleil de l'aube au couchant, soient inférieur à 5°.
- La sonde doit être placée loin de toute entrave, qui puisse projeter le reflet du soleil (ou son ombre) sur la sonde même.
- Le support LP S1 (illustration), fourni sur demande comme accessoire, permet un montage facile de la sonde sur un poteau à support. Le diamètre maximum du poteau, sur lequel peut être fixé le support, est de 50 mm. L'installateur doit contrôler à ce que la hauteur du poteau au support ne dépasse pas le plan de la sonde, afin de ne pas introduire d'erreur de mesure, dues aux reflets et aux ombres du poteau. Afin de fixer la sonde sur l'étrier du support, retirer l'Écran, en dévissant les trois vis, ensuite fixer la sonde, et une fois achevée l'installation, fixer de nouveau l'écran blanc.
- Il est conseillé d'isoler thermiquement la sonde de son support.
- S'assurer d'avoir un bon contact électrique vers la masse.

### Connexions Electriques et Conditions de l'Electronique de lecture:

- La sonde LP PHOT 02 n'a pas besoin d'alimentation.
- LP PHOT 02 est fourni avec connecteur libre femelle:
  - on peut livrer câbles déjà assemblés résistants aux rayons UV, longueur standard 5m et 10m.
  - on peut livrer amplificateurs de signal et convertisseurs avec signal de sortie en courant 4..20mA ou en voltage 0..1Vdc, 0..5Vdc et 0..10Vdc.
- Le câble en PTFE résiste aux rayons ultraviolets **livré sur demande**, est pourvu de 2 fils sous la protection (écran), le code des couleurs est le suivant:
  - noir → écran blanc
  - rouge → (+) positif du signal qui provient du détecteur
  - bleu → (-) négatif du signal qui provient du détecteur
 Le schéma électrique est reporté sur l'illustration 6
- LP PHOT 02 doit être branché à un millivoltmètre ou à un acquéreur des données avec une résistance d'entrée maximum de 100kΩ.

### Maintenance:

Afin d'assurer une haute précision des mesures, il est nécessaire que la coupole extérieure la sonde soit toujours propre, donc plus grande sera la fréquence de nettoyage de la coupole plus grande sera la précision des mesures. Le nettoyage peut être effectué avec du papier de nettoyage utilisé pour les objectifs photographiques et de l'eau. Si cela n'est pas suffisant, il est alors possible d'employer de l'alcool éthylique pur. Après avoir nettoyé avec l'alcool il faut nettoyer de nouveau la coupole seulement avec de l'eau. Pour les écarts thermiques très élevés entre le jour et la nuit il est possible que sur les coupoles du radiomètre se forme de la buée. Dans ce cas, la lecture effectuée sera fortement surestimée. Pour minimiser la formation de la buée à l'intérieur du radiomètre on a introduit une cartouche conçue avec du matériel absorbant: le silicagel.

L'efficacité des cristaux de Silicagel réduit avec le temps l'absorption de l'humidité. Lorsque les cristaux de silicagel sont efficaces, leur **couleur est jaune**, dès lors qu'ils perdent peu à peu d'efficacité leur **couleur devient bleu**, pour les remplacer voir instructions. La durée du silicagel change généralement de 2 à 6 mois selon les conditions ambiantes où travaille la sonde.

### Calibrage et réalisation des mesures:

La sensibilité de la sonde S (ou facteur d'étalonnage) permet de déterminer l'éclairage en mesurant un signal en Volt aux extrémités de la thermopile.

#### Le facteur S est donné en mV/klux.

- Une fois mesurée la différence du potentiel (DDP) aux extrémités de la sonde, l'éclairage  $E_e$  est obtenu par la formule suivante:

$$E_e = \text{DDP}/S$$

où;

$E_e$ : est l'éclairage exprimé en klux,

DDP: est la différence du potentiel exprimée dans mV mesurée par le multimètre,

S: est le facteur de calibrage mentionné sur l'étiquette de la sonde (et sur le rapport d'étalonnage) en mV/klux.

Chaque sonde photométrique est individuellement à l'usine et est caractérisée par son facteur d'étalonnage. Le calibrage est effectué pour comparer l'échantillon du luxmètre donné par les laboratoires métrologiques Delta Ohm et utilisant un **illuminant étaloné A** comme prévu par la guide CIE N°69 "Methods of characterizing illuminant meters and luminance meters: Performance, characteristics and specifications, 1987".

Pour pouvoir exploiter pleinement des caractéristiques de LP PHOT 02 il est conseillé de suivre le contrôle de calibrage avec une fréquence annuelle.

### Caractéristiques techniques:

Sensibilité typique:	0,5 ± 2,0 mV/klux
Temps de réponse:	<0.5 sec (95%)
Impédance:	0.5 ± 1 KΩ
Domaine de mesure:	0-200 klux
Domaine de vue:	2π sr
Domaine spectral:	Courbe photo typique standard
Température de travail:	-40 °C ± 80 °C

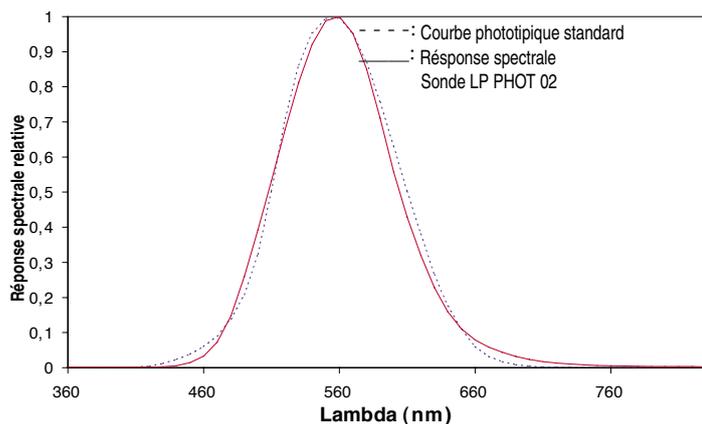


Fig. 1

Erreur $f_1$	<9 %
Réponse selon la loi du cosinus:	< 8 % (entre 0° et 80°)
Stabilité à long terme (1 an):	<  ±3  %
Non-linéarité:	<1 %
Réponse en fonction de la température:	< 0.1%/°C
Poids:	0.90 Kg
Dimensions:	Fig. 4

### CODE DE COMMANDE

- LP PHOT 02:** Sonde photométrique complète de protection cartouche pour les cristaux de silicagel, 2 recharges, niveau pour le nivellement. **Le câble doit être commandé à part.**
- LP S1:** Kit composé d'un étrier pour le fixation des radiomètres LP PHOT 02 à un support cylindrique, complet avec vis à nivelage et vis à fixation.
- LP SP1:** Ecran de protection en matière plastique qui résiste aux rayons ultraviolets. LURAN S777K de BASF
- LP SG:** Cartouche pour contenir les cristaux de silicagel avec OR et bouchon
- LP G:** Paquet de 5 recharges de cristaux de silicagel
- CP AA 1.5:** prise libre à 4 pôles complète de câble résistante aux rayons UV, L=5m. Pour les instruments LP PYRA 02 – 03 – 12 et LP Phot 02 – LP UVA 02.
- CPA AA 1.10:** prise libre à 4 pôles complète de câble résistante aux rayons UV, L=10m. Pour les instruments LP PYRA 02 – 03 – 12 et LP Phot 02 – LP UVA 02.
- HD978TR3:** Convertisseur amplificateur de signal configurable avec sortie 4±20mA (20÷4mA). Plage de mesure en entrée -10..+60mV. Réglage standard 0÷20mV. Plage minimum de mesure 2mV.
- HD978TR4:** Convertisseur amplificateur de signal configurable avec sortie 0÷10Vdc (10÷0Vdc). Plage de mesure en entrée -10..+60mV. Réglage standard 0÷20mV. Plage minimum de mesure 2mV.
- HD778-TCAL:** Générateur de voltage dans la plage -60mV..+60mV, contrôlé par l'ordinateur à l'aide de la porte série RS232. Logiciel DELTALOG7 pour la configuration des transmetteurs à thermocouple K,J,T et N et pour convertisseurs HD978TR3 et HD978TR4.

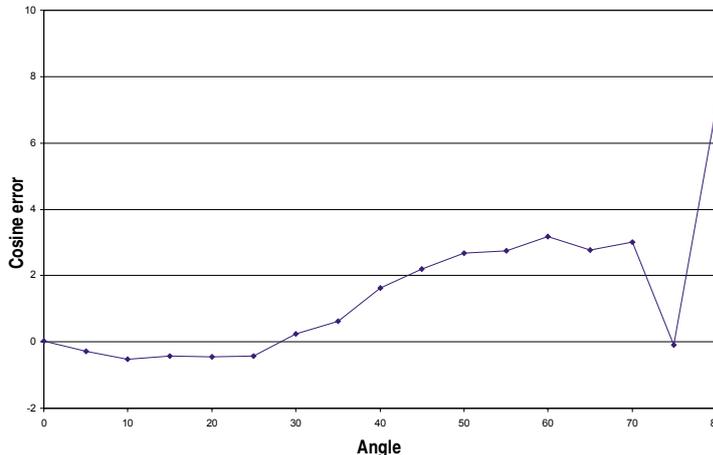


Fig. 2

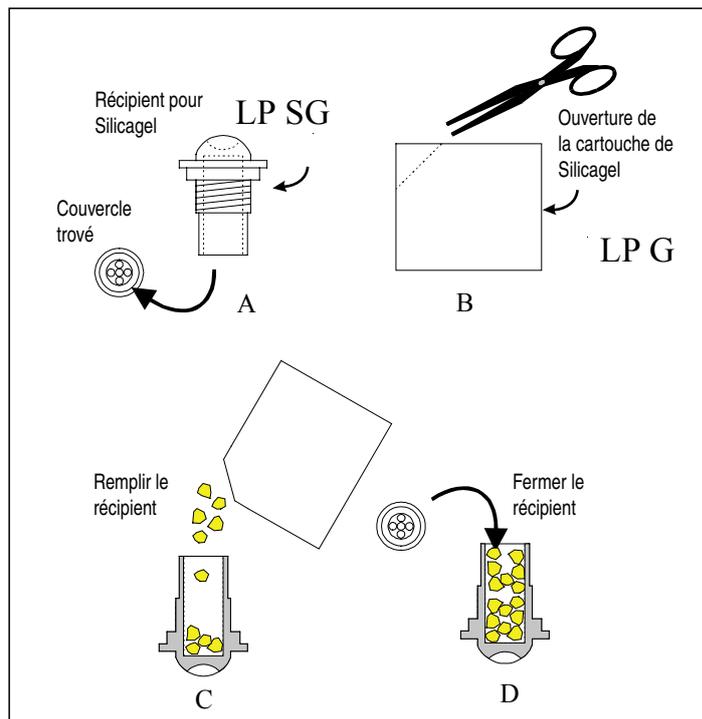


Fig. 3

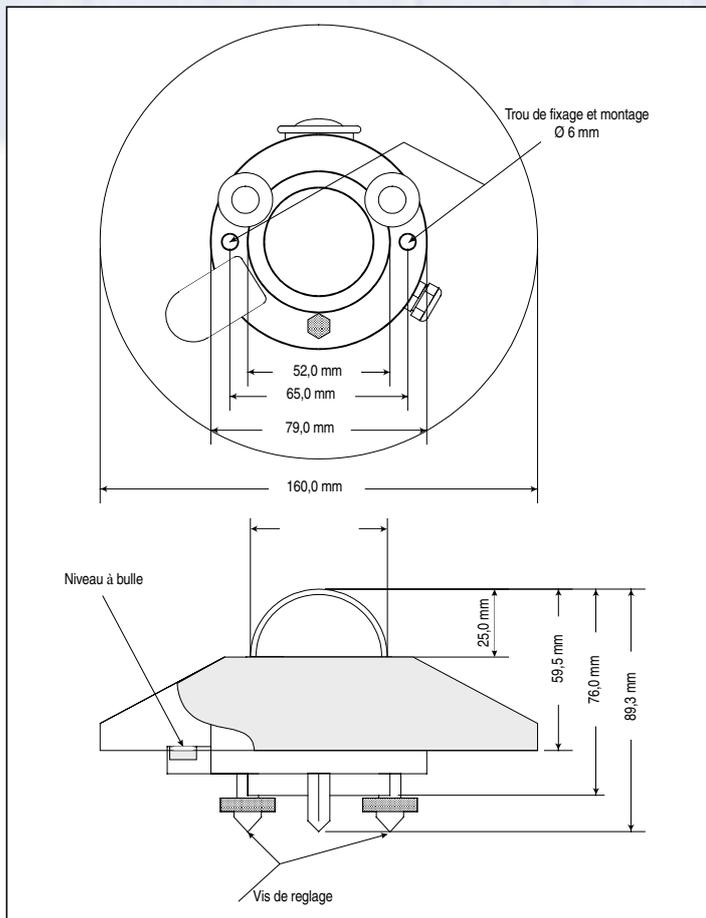


Fig. 4

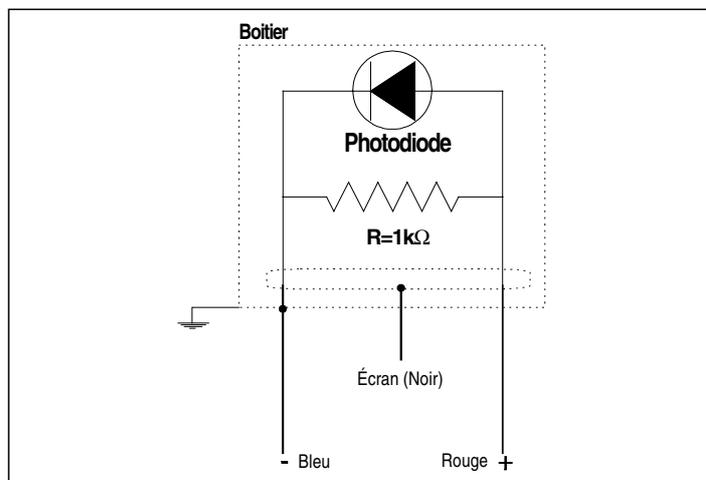
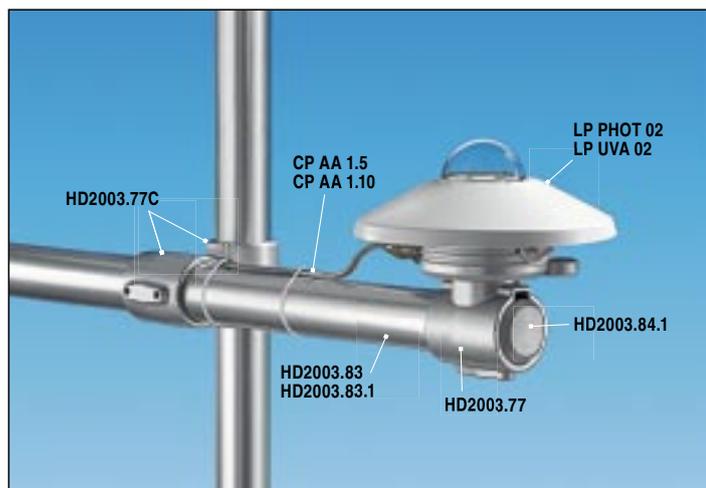


Fig. 5



LP PHOT 02 - LP UVA 02



LP PHOT 02 LP UVA 02

### LP UVA 02

Le radiomètre LP UVA 02, mesure l'éclairement énergétique sur la région spectrale UVA et sur une surface plane (Watt/m<sup>2</sup>). L'éclairement énergétique mesuré représente la somme du éclairement énergétique direct produit par le soleil et du éclairement énergétique diffus. Le radiomètre peut être utilisé également pour le monitoring des émissions UVA dans les ambients intérieurs.

### Principes de Fonctionnement

Le radiomètre LP UVA 02 est basé sur un capteur robuste dont la réponse spectrale a été conçue à celle désirée pour l'utilisation des filtres appropriés. La courbe de réponse spectrale est illustrée sur la Fig. 7.

Le radiomètre LP UVA 02 est pourvu d'une coupole avec un diamètre extérieur de 50 mm afin de garantir une protection appropriée du capteur aux agents atmosphériques.

La réponse selon la loi du cosinus a été obtenue grâce à la forme particulière du diffuseur en PTFE et du récipient. L'écart entre la réponse théorique et la réponse mesurée est reporté sur la fig. 8.

L'accord entre la réponse de l' LP UVA 02 et la loi du cosinus permet d'utiliser l'instrument lorsque le soleil à une élévation très basse (le composant transmis par l'UVA augmente lorsque le soleil s'éloigne du zénith, l'erreur sur le composant direct du à la réponse non parfaite selon la loi du cosinus devient négligeable sur la mesure d'éclairement énergétique total).

### Installation de montage du radiomètre pour la mesure du rayonnement total:

Avant l'installation du radiomètre il est conseillé de changer la cartouche qui contient les cristaux de silicagel. Le silicagel est conçu pour absorber l'humidité dans la chambre de la coupole, l'humidité des conditions particulières climatiques peut créer la formation de buée sur la paroi intérieure de la coupole et transformer la mesure. Pendant le chargement des cristaux du silicagel il est conseillé d'éviter de le mouiller ou de le touché avec les mains. Les opérations à suivre dans un lieu sec sont:

- 1- Dévisser les trois vis qui fixent l'écran blanc
- 2- Dévisser la cartouche porte silicagel à l'aide d'une monnaie
- 3- Déplacer le bouchon troué de la cartouche
- 4- Ouvrir l'enveloppe (incorporé avec le radiomètre) qui contient le silicagel
- 5- Remplir la cartouche avec des cristaux de silicagel
- 6- Refermer la cartouche avec le bouchon approprié, s'assurant que l'O-ring de tenue est correctement positionné
- 7- Visser la cartouche au corps du radiomètre à l'aide d'une monnaie
- 8- S'assurer que la cartouche est bien vissée (dans le cas contraire la durée des cristaux du silicagel se réduit)
- 9- positionner l'écran et le visser avec les vis
- 10- le radiomètre est prêt pour être utilisé

Sur le schéma 3 sont illustrées les opérations nécessaires pour le chargement de la cartouche avec les cristaux de silicagel.

- Le radiomètre LP UVA 02 doit être installé dans un lieu facilement accessible pour effectuer un nettoyage périodique de la coupole extérieure et pour la maintenance. De plus il est souhaitable d'éviter que des constructions, des arbres ou toute autre entrave, dépassent le plan horizontal où se trouve le radiomètre. Dans le cas ou cela ne serait pas possible, on recommande de choisir une position où les éléments gênants présents sur le parcours du soleil de l'aube au couchant, soient inférieurs à 5°.
- Le radiomètre doit être placé loin de toute sorte d'entrave, qui puisse projeter le reflet du soleil (ou son ombre) sur le radiomètre même.
- Pour un réglage parfait du positionnement horizontal, le radiomètre LP UVA 02 est pourvu d'une bulle, le réglage se produit par deux vis à molette de réglage, qui permettent de changer l'inclinaison du radiomètre. La fixation sur un plan peut être réalisée en employant les deux trous de 6mm de diamètre et de 65 mm d'entraxe. Pour accéder aux trous enlever l'écran et le repositionner à la fin du montage, voir l'illustration 4.
- Le support LP S1 (illustration 5), fourni sur demande comme accessoire, permet un montage facile du radiomètre sur un poteau à support. Le diamètre maximum du poteau, sur lequel peut être fixé sur le support, est de 50 mm. L'installateur doit faire attention à ce que la hauteur du poteau au support ne dépasse pas le plan du radiomètre, afin de ne pas introduire d'erreur de mesure, dues aux reflets et aux ombres du poteau. Afin

de fixer le radiomètre sur l'étrier du support il faut enlever l'écran, en dévissant les trois vis, ensuite fixer le radiomètre et une fois achevée l'installation il faut fixer de nouveau l'écran blanc.

- Il est souhaitable d'isoler thermiquement le radiomètre de son support et en même temps s'assurer d'avoir un bon contact électrique vers la masse.

#### Connexions Electriques et conditions de l'électronique de lecture:

- Le radiomètre LP UVA 02 n'a pas besoin d'alimentation.
- LP UVA 02 est fourni en deux modèles:  
avec câble de signal de 5 m (LP UVA 02-5)  
Avec câble de signal de 10 m (LP UVA 02-10).
- Le câble en PTFE résiste aux rayons ultraviolets, est pourvu de 2 fils plus la protection (écran), le code des couleurs est le suivant:  
noir → connecté à l'écran  
rouge → (+) positif du signal qui provient du détecteur  
bleu → (-) négatif du signal qui provient du détecteur (en contact avec le récipient)  
La protection est branchée au récipient. Le schéma électrique est reproduit dans l'illustration 5:
- LP UVA 02 doit être branché à un millivoltmètre ou à un acquéreur de données avec un empêchement de l'entrée majeure de 5MΩ. Typiquement le signal de sortie ne dépasse pas les 5-10 mV. La résolution conseillée de l'instrument de lecture est conçu pour pouvoir exploiter entièrement les caractéristiques du radiomètre et de 1μV.

#### Maintenance:

Afin d'assurer une haute précision des mesures, il faut que la coupole extérieure du radiomètre soit toujours propre afin de garantir une fréquence plus grande du nettoyage avec du papier de nettoyage utilisé pour les objectifs photographiques et avec de l'eau. Si cela n'est pas suffisant, il est alors possible d'employer de l'alcool éthylique pur. Après avoir nettoyé avec l'alcool il faut nettoyer de nouveau la coupole seulement avec de l'eau.

Pour les écarts thermiques très élevés entre le jour et la nuit il est possible que sur les coupoles du radiomètre se forme de la buée. Dans ce cas, la lecture effectuée sera fortement surestimée. Pour minimiser la formation de la buée à l'intérieur du radiomètre on a introduit une cartouche conçue avec du matériel absorbant: le silicagel. L'efficacité des cristaux de Silicagel réduit avec le temps l'absorption de l'humidité. Lorsque les cristaux de silicagel sont efficaces, leur couleur est **jaune**, dès lors qu'ils perdent peu à peu d'efficacité leur couleur devient **bleu**, pour les remplacer voir instructions. La durée du silicagel change généralement de 2 à 6 mois selon les conditions ambiantes où travaille le radiomètre.

#### Calibrage et réalisation des mesures:

La sensibilité du radiomètre **S** (ou facteur de calibrage) permet de déterminer l'éclairement énergétique en mesurant un signal en Volt aux extrémités de la thermopile. Le facteur S est donné en μV/(Wm<sup>2</sup>).

- Une fois mesuré la différence du potentiel (DDP) aux extrémités de la sonde, l'éclairement énergétique E<sub>e</sub> est obtenu pour la formule suivante:

$$E_e = DDP/S$$

où;

**E<sub>e</sub>**: est l'éclairement énergétique exprimé en W/m<sup>2</sup>,

**DDP**: est la différence du potentiel exprimée dans μV mesurée par le multimètre,

**S**: est le facteur de calibrage mentionné sur l'étiquette du radiomètre (et sur le rapport de calibrage) en μV/(W/m<sup>2</sup>).

Chaque radiomètre est calibré individuellement à l'usine et est caractérisé par son facteur de calibrage. Le calibrage est effectué grâce à la procédure DHLF-E-59 pour le calibrage des radiomètres UVA. Cette procédure est actuellement employée au centre de Calibrage SIT N° 124 pour le calibrage des radiomètres UVA pour lequel le centre est accrédité à émettre les certificats SIT (Il SIT est l'organisme d'accréditation Italien qui adhère à l'Accord multilatéral de reconnaissance EA).

Le calibrage est effectué en utilisant la ligne d'émission à 365 nm d'une lampe à Xe-Hg, qui est filtrée par la mesure effectuée pour confronté l'échantillon de la première ligne transmise par le laboratoire météorologique de la DeltaOhm.

Pour pouvoir exploiter pleinement des caractéristiques de l'LP UVA 02 il est conseillé de suivre le contrôle de calibrage avec une fréquence annuelle.

**N.B. En ce moment il n'existe pas de standard international pour le calibrage des radiomètres de ce type, pour cela la valeur du coefficient de calibrage à un sens si la méthode est également spécifiée dont la valeur a été obtenue. L'utilisateur doit contrôler à ce que le même radiomètre calibré avec des procédures différentes peut avoir des facteurs de sensibilité différents, comme reporté dans l'article "Source of Error in UV Radiation Measurements", T. C. Larason, C. L. Cromer apparu sur le "Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology" Vol. 106, Num. 4, 2001. (L'article est disponible gratuitement sur la page WEB de la NIST à l'adresse suivante: <http://www.nist.gov/jers>)**

#### Caractéristiques techniques:

Sensibilité typique:	150 ÷ 350 μV/(W/m <sup>2</sup> )
Temps de réponse:	<0.5 sec (95%)
Impédance:	5 ÷ 7.5 KΩ
Domaine de mesure:	0-1000 W/m <sup>2</sup>
Domaine de vue:	2π sr
Domaine spectral:	327 nm ÷ 384 nm (1/2) 312 nm ÷ 393 nm (1/10) 305 nm ÷ 400 nm (1/100)
Température de travail:	-40 °C ÷ 80 °C
Réponse selon la loi du cosinus:	< 8 % (tra 0° e 80°)
Stabilité à long terme (1 an):	<  ±3  %

Non linéarité:	<1 %
Réponse en fonction de la température	< 0.1%/°C
Dimensions:	figure 4
Poids:	0.90 Kg

#### CODE DE COMMANDE

**LP UVA 02:** Radiomètre complet de protection LP SP1, cartouche pour les cristaux de silicagel, 2 recharges, niveau pour le nivellement, prise libre à 4 pôles et Rapport d'étalonnage.

**LP S1:** Kit composé d'étrier pour le fixage des radiomètres LP UVA 02 à un support cylindrique, complet avec vis à nivelage et vis à fixation.

**LP SP1:** Ecran de protection en matière plastique UV résistant aux rayons ultraviolets. LURAN S777K de BASF

**LP SG:** Cartouche pour contenir les cristaux de silicagel avec OR et bouchon

**LP G:** Paquet de 5 recharges de cristaux de silicagel

**CP AA 1.5:** prise libre à 4 pôles complète de câble résistante aux rayons UV, L=5m. Pour les instruments LP PYRA 02 - 03 - 12 et LP Phot 02 - LP UVA 02.

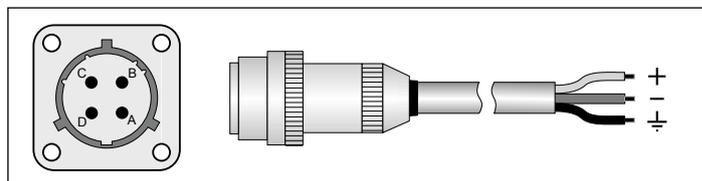
**CPA AA 1.10:** Générateur de voltage dans la plage -60mV..+60mV, contrôlé par l'ordinateur à l'aide de la porte série RS232, Logiciel DELTALOG7 pour la configuration des transmetteurs à thermocouple K,J,T et N et pour convertisseurs HD978TR3 et HD978TR4.

**HD978TR3:** Convertisseur amplificateur de signal configurable avec sortie 4÷20mA (20÷4mA). Plage de mesure en entrée -10..+60mV. Réglage standard 0÷20mV. Plage minimum de mesure 2mV.

**HD978TR4:** Convertisseur amplificateur de signal configurable avec sortie 0÷10Vdc (10÷0Vdc). Plage de mesure en entrée -10..+60mV. Réglage standard 0÷20mV. Plage minimum de mesure 2mV.

**HD778-TCAL:** Générateur de voltage dans la plage -60mV..+60mV, contrôlé par l'ordinateur à l'aide de la porte série RS232, Logiciel DELTALOG7 pour la configuration des transmetteurs à thermocouple K,J,T et N et pour convertisseurs HD978TR3 et HD978TR4.

#### SCHEMA DE BRANCHEMENT LP PHOT 02 - LP UVA 02



Connecteur	Fonction	Couleur
A	Ecran (±)	Noir
B	Positive (+)	Rouge
C	Negative (-)	Bleu

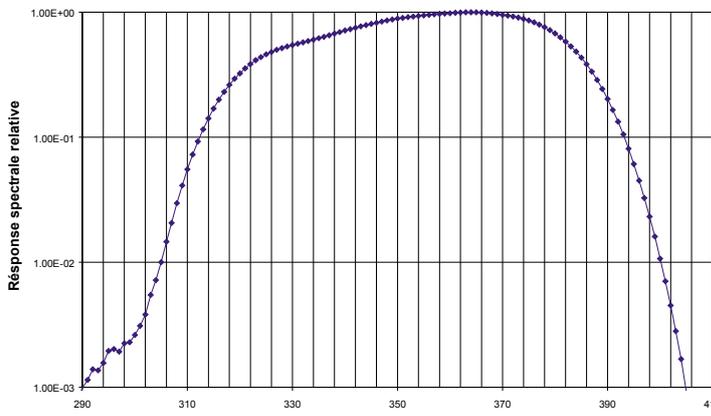


Fig. 6

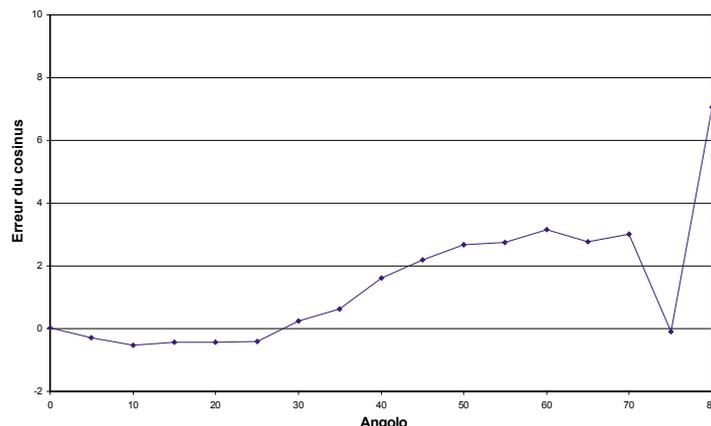


Fig. 7