

Protocole de mesurage

Mesurage de la lumière dans l'horticulture en serres

WLTO

Veraartlaan 6
B.P. 108 2280 AC Rijswijk
Tél. : (070) 414 18 52
e-mail : infolijn@wlto.nl

RayMax

Hoogwerf 11
2681 RT Monster
Tél. : (0174) 28 90 82
e-mail : raymax@bart.nl

Hortilux Schröder b.v.

Vlotlaan 412
2681 TV MONSTER
Tél. : (0174) 28 66 28
e-mail : info@hortilux.com

DLV

Linnaeuslaan 2A
1431 JV Aalsmeer
Tél. : (0297) 32 08 58
e-mail : info@dlv.agro.nl

PPO

Linnaeuslaan 2A
1431 JV Aalsmeer
Tél. : (0297) 35 25 25

Philips

Boschdijk 525
5621 JG Eindhoven
Tél. : (040) 278 75 73
e-mail : peter.wiegerinck@philips.com

TABLE DES MATIERES

1. Introduction

2. Mesurage de la lumière et de l'éclairage lumineux dans la pratique

2.1 Champ de mesurage représentatif

3. Appréciation de l'installation d'éclairage

3.1 Géométrie

3.2 Propriétés lumineuses techniques de l'installation

3.3 Alimentation en énergie et consommation énergétique

3.4 Facteurs ambiants

4. Conditions du mesurage des éclairagements lumineux

4.1 Conditions préalables

4.2 Le mesurage des éclairagements lumineux

4.3 Conditions préalables du mesurage de la lumière

4.4 Conditions posées aux armatures et aux lampes

4.5 Mesurages complémentaires

5. Mesurer dans la pratique

5.1 Mesurage à la livraison d'une nouvelle installation

6. Instruments de mesure

6.1 Instruments de mesure et accessoires

6.2 Exigences auxquelles le personnel et l'organisation doivent répondre

6.3 Instruments de mesure pour l'éclairage lumineux en lux

6.4 Instruments de mesure pour PAR (Radiation active de photosynthèse)

6.5 Mesureur de qualité de la tension

Annexe 1. Exigences posées aux luxmètres

Annexe 2. Réponse spectrale du luxmètre

Réponse spectrale du mesureur PAR

Annexe 3. Exemple de formulaire à remplir avec les résultats du mesurage à noter

Suite de l'exemple annexe 3

1. INTRODUCTION

En cas d'achat d'une installation d'éclairage par une exploitation horticole, le fournisseur établit une offre/spécification, définissant les conditions auxquelles l'installation doit répondre. Généralement, ce fournisseur est un installateur. Un mesurage de la lumière permet d'établir si l'installation correspond aux spécifications techniques d'éclairage. En raison des nombreux aspects qui peuvent influencer l'installation et le mesurage de la lumière, un protocole de mesurage correctement défini est important à la fois pour le client et pour le fournisseur.

Les mesurages de la lumière effectués selon ce protocole aboutiront alors le plus possible à une appréciation aussi objective que possible et mutuellement comparable de l'installation d'éclairage.

Le présent protocole a été établi en collaboration avec les parties suivantes :

- DLV Adviesgroep à Aalsmeer
- Hortilux Schröder b.v. à Monster
- Philips Nederland à Eindhoven
- PPO à Aalsmeer
- Raymax b.v. à Monster
- WLTO Advies à Naaldwijk

Critères qualitatifs pour l'éclairage

Pour mesurer les éclairagements lumineux, il importe de choisir un champ de mesurage représentatif de la serre. Lors des mesurages, il faut veiller à ce qu'au moins toutes les sources lumineuses environnantes, qui contribuent à l'éclairage du lieu à mesurer, puissent atteindre la cellule photo-électrique sans entraves.



2. MESURAGE DE LA LUMIERE ET DE L'ECLAIREMENT LUMINEUX DANS LA PRATIQUE

Les mesurages des installations d'éclairage ont pour but de contrôler l'installation, sur l'ordre des horticulteurs. Les mesurages sont effectués peu de temps après la livraison, pour contrôler si l'installation a été livrée conformément à la commande, ou plus tard pour contrôler si l'installation est encore conforme aux exigences posées. Dans le cas des installations plus anciennes, il s'agit alors de la diminution de l'éclairage lumineux due au vieillissement des lampes et à l'encrassement des réflecteurs, ou de l'uniformité de l'éclairage lumineux en raison du vieillissement, ou il peut s'agir d'apporter des modifications à l'installation. Le mesurage est effectué dans deux champs de mesure au minimum, qui sont choisis comme étant censés représentatifs de l'ensemble de l'installation.

Le présent protocole concerne spécialement le mesurage axé sur le contrôle de l'installation immédiatement après sa livraison.

2.1 Champ de mesure représentatif

Le champ de mesure doit être une partie représentative de la serre éclairée, sur toute la largeur d'une chapelle. Le champ de mesure couvre en principe deux lampes successives, trois si les lampes sont rapprochées (< 2 mètres).

Il doit en outre être comparable au calcul théorique proposé dans le plan d'éclairage du fournisseur. Si ceci n'est pas possible pour des raisons pratiques, il faudra effectuer un nouveau calcul théorique.

Les effets de bord éventuels devront être évités. En règle générale, au moins trois rangées d'armatures allumées devront se trouver de chaque côté du champ de mesure et au minimum quatre lampes allumées dans la rangée devant et derrière le champ. Si ceci n'est pas possible, il faudra le noter. Sur le champ de mesure, on établira un canevas de mesure.

Un canevas de mesure est un ensemble de points qui ont été définis comme les points d'intersection de lignes régulièrement réparties sur le champ de mesure (voir figure de l'annexe 3 ; champ de mesure représentatif). Le nombre de lignes réparties sur la chapelle est déterminé par le nombre de sentiers dans la chapelle, le mesure pouvant éventuellement aussi être effectué au milieu des planches.

En fonction de la géométrie du champ de mesure, on recommande ce qui suit :

Le canevas doit être choisi de façon à ce qu'un point d'intersection se trouve sous chaque armature. Ceci vaut aussi pour les positions de milieu entre deux armatures et entre deux rangées d'armatures. Le canevas doit donc se composer d'un nombre impair de lignes dans la chapelle et d'un nombre impair transversalement.

- largeur de 9,6 mètres : 9 x 5 points
- largeur de 8,0 mètres : 7 x 5 points
- largeur de 6,4 mètres : 7 x 5 points
- largeur de 4,0 mètres : 5 x 5 points

Pour être représentatif, un champ de mesure doit comprendre au moins 25 points de mesure.

3. APPRECIATION DE L'INSTALLATION D'ECLAIRAGE

Pour apprécier la qualité lumineuse technique de l'installation d'éclairage dans une serre, les points suivants sont importants :

1. la géométrie,
2. les spécifications lumineuses techniques de l'installation,
3. l'alimentation en énergie et la consommation énergétique,
4. les facteurs ambiants au moment du mesurage.

3.1 Géométrie

Les paramètres géométriques se rapportent à la serre, à l'installation et à l'environnement.

Les paramètres suivants sont importants :

- largeur de la chapelle
- montage des armatures (sur treillis ou en rangées sur un caniveau de câbles)
- position des rangées par chapelle
- distance bas de l'armature par rapport à la hauteur de mesurage/capteur
- position de la/des chapelle(s) à contrôler dans le jardin

3.2 Spécifications lumineuses techniques de l'installation

Pour le contrôle, les points suivants sont importants :

- marque et numéro de type de l'armature
- tension d'alimentation nominale pour laquelle l'armature convient
- marque et numéro de type des sources lumineuses
- distance mutuelle des armatures dans une rangée ; celle-ci est-elle constante
- distance mutuelle des armatures entre les rangées ; celle-ci est-elle constante
- les lampes sont-elles de niveau dans le plan horizontal
- date de livraison de l'installation
- nombre d'heures de fonctionnement des sources lumineuses
- alimentation du réseau / cogénération

3.3 Alimentation en énergie et consommation énergétique

Les informations concernant l'alimentation en énergie sont importantes ; d'une part, en raison de la dépendance du flux lumineux des sources lumineuses de la tension électrique et d'autre part en raison du rendement énergétique de l'installation. Une tension trop basse ou une distorsion THD trop élevée a un effet négatif sur le flux lumineux.

Les paramètres à mesurer pour cela sont :

- la tension électrique sur le panneau d'alimentation (toutes les phases + zéro)
- la part de distorsion THD (Total Harmonic Distortion*) de la tension en pourcentage

*) Distorsion harmonique totale de la tension du secteur, exprimée en pourcentage

Le flux lumineux d'une lampe au sodium haute pression peut être supposé directement proportionnel à la puissance absorbée à l'intérieur de la zone de travail, spécifiée par le fabricant de la lampe. Si l'on veut se prononcer sur l'effet de la tension ou de la qualité de la tension sur le flux lumineux, la détermination de la puissance absorbée par armature constitue un bon critère.

3.4 Facteurs ambiants

Ceux-ci peuvent influencer les mesurages ou même les rendre impossibles. Dans certains cas, il est nécessaire de corriger les résultats mesurés. Pour l'enregistrement, les paramètres suivants doivent être déterminés :

- le niveau lumineux de l'environnement (la lumière de l'extérieur doit représenter au maximum 1 % du niveau lumineux mesuré à l'intérieur)
- y a-t-il du brouillard/de la brume dans la serre ? Dans ce cas, le mesurage est impossible
- y a-t-il des éléments optiques perturbants entre les armatures et les plantes, comme des tuyaux de chauffage, une installation d'arrosage etc. ? Si c'est le cas, déterminez la position des points d'ombre dans le champ de mesurage et évitez de prévoir des points de mesure à ces endroits
- réflexion du sol par exemple en raison d'un tapis blanc sans plantes
- écran fermé en combinaison avec une serre vide (sol en béton)



4. CONDITIONS DU MESURAGE DES ECLAIREMENTS LUMINEUX

4.1 Conditions préalables

Pour que le mesurage puisse être effectué, l'installation doit être allumée depuis assez longtemps pour que l'éclairage lumineux soit stable.

Généralement, c'est le cas au bout d'environ 30 minutes.

Les effets des facteurs ambiants (voir chapitre 3.4 Facteurs ambiants) doivent être évités ou mentionnés expressément dans le rapport.

4.2 Le mesurage des éclairements lumineux

Le mesurage de l'éclairage lumineux doit être effectué dans l'unité indiquée dans l'offre/la spécification. L'éclairage lumineux est mesuré avec un capteur corrigé en cosinus. Il est préférable d'utiliser un capteur de quantum (capteur PAR*) pour mesurer le nombre de photons entre 400 et 700 nm, tout simplement parce que ceci permet de comparer les résultats mesurés de diverses sources lumineuses (les capteurs de lumière en lux sont aussi autorisés). L'utilisation d'une cellule de mesure isolée, reliée au dispositif indicateur par un câble d'au moins deux mètres de long, est recommandée. Portez des vêtements neutres pour éviter une réflexion indésirable (pas de blanc). La cellule de mesure doit être placée exactement à l'horizontale et à une hauteur identique sur chaque point de mesure. On recommande pour cela un support sur pied.

*) Photosynthetic Active Radiation, exprimée en $\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$ ou PPF.D.

4.3 Conditions préalables du mesurage de la lumière

Voir les facteurs ambiants qui sont mentionnés au chapitre 3 'Appréciation de l'installation d'éclairage'.

Toutes ces conditions auront une influence sur le mesurage de la lumière et devront donc être appréciées à partir d'une liste de contrôle. Voir aussi l'annexe 3 : 'Exemple de formulaire à remplir avec les résultats du mesurage à noter'.

4.4 Conditions posées aux armatures et aux lampes

Le mesurage de contrôle des nouvelles installations d'éclairage de photosynthèse au moyen de lampes au sodium haute pression doit être effectué lorsque la combinaison lampe/armature a brûlé durant au moins 100 heures et au plus 500 heures.

On peut supposer que les flux lumineux des lampes entre ces périodes de fonctionnement ne différeront encore pratiquement pas du flux lumineux utilisé dans le calcul de la lumière.

Ensuite, la diminution n'est plus négligeable (voir les spécifications des fabricants de lampes pour des informations plus précises).

4.5 Mesurages complémentaires

La tension du réseau doit être déterminée juste avant et après le mesurage. La tension sera mesurée sur le panneau d'alimentation des armatures où l'éclairage est mesuré.

La tension des trois phases doit être mesurée, y compris la part de distorsion THD de la tension (en pourcentage).

5. MESURER DANS LA PRATIQUE

Introduction

Un ordre de mesurage doit au moins spécifier les grandeurs lumineuses techniques respectivement les mesurages qui sont demandés et l'étendue de ces mesurages.

5.1 Mesurage à la livraison d'une nouvelle installation

Mesurage dans une suite de points appropriée pour obtenir une approximation aussi exacte que possible de la valeur de la grandeur à mesurer, en particulier l'intensité lumineuse moyenne et la répartition de la lumière (min./max. en %).

REMARQUE

- Ces mesurages doivent permettre de savoir si l'installation est conforme aux exigences.
- Installation conforme aux dessins/à l'offre.
- Contrôler si l'installation est conforme au résultat des calculs techniques d'éclairage du fournisseur des armatures.
- Au moins 2 champs de mesurage complets doivent être mesurés.
- En cas d'écart $> 5\%$, effectuer un troisième mesurage.

6. INSTRUMENTS DE MESURE

6.1 Instruments de mesure et accessoires

Les mesurages de l'éclairage nécessitent les instruments et les accessoires suivants.

Les instruments utilisés doivent être calibrés à leur livraison et ultérieurement selon les indications du fabricant (généralement une fois par an). Les marges d'imprécision doivent être mentionnées dans le rapport de calibrage qui doit être conservé avec l'instrument.

6.2 Exigences auxquelles le personnel et l'organisation doivent répondre

Les mesurages électriques effectués lors des mesurages de la lumière doivent être exécutés conformément à la NEN 3140 Mesurages dangereux. Les personnes qui effectuent les mesurages dans la pratique sont censées disposer des connaissances requises et avoir suivi une formation suffisante pour effectuer ces mesurages selon les directives en vigueur.

6.3 Instruments de mesure pour l'éclairage lumineux en lux

Le luxmètre utilisé doit être conforme aux exigences stipulées à l'annexe 1 pour les marges d'erreur spécifiques maximales admissibles et la marge d'erreur totale maximale admissible.

Selon l'annexe 1 de la NEN-EN 1838 de 1999 :

- Tous les mesureurs d'éclairage lumineux doivent comprendre une correction du cosinus $V(\lambda)$ (= correction du mesurage pour la lumière à incidence oblique + sensibilité spectrale de l'œil humain)
- L'appareil peut avoir une tolérance d'erreur maximale de 5 % (voir annexe)

6.4 Instrument de mesure pour PAR (Radiation active de photosynthèse)

Aux instruments PAR sont applicables les mêmes exigences qu'aux luxmètres. La sensibilité spectrale a seulement été adaptée pour la croissance des plantes.

Comme instrument PAR, il est recommandé d'utiliser de préférence un instrument de mesure de quantum (voir annexe 2).

6.5 Mesureur de qualité de la tension

Pour mesurer la tension du réseau, on doit utiliser un voltmètre au moins de classe 0,5 selon la NEN 10051-2 (ou pour les mesureurs numériques, une classe équivalente), qui indique la valeur TRUE-RMS de la tension. Il doit en outre être possible de déterminer quelle est la valeur THD de la tension d'alimentation.

N.B.

Durant l'utilisation, le stockage ou le transport, les instruments ne doivent pas être exposés à des conditions extrêmes de température et/ou d'humidité relative, ni soumis à des chocs ou de fortes vibrations. Veillez à ce que les mesureurs ne présentent pas de condensation durant le mesurage et à ce qu'ils soient au minimum à température ambiante.

ANNEXE

EXIGENCES POSEES AUX LUXMETRES

Caractéristique	Symbole	% de marge d'erreur spécifique max. admissible
Adaptation à la sensibilité oculaire spectrale relative (Adaptation V)	FI	3
Sensibilité aux UV	U	1
Sensibilité aux IR	R	1
Correction pour incidence non perpendiculaire de la lumière (correction de cosinus)	F2	1.5
Déviation de la linéarité	F3	1
Marge d'imprécision de l'instrument de mesure	F4	3
Coefficient de température	A	0.2/K
Fatigue	F5	0.5
Dépendance fréquence de la fluctuation de la lumière	F7	0.2
Erreur d'ajustement	F11	0.5
Marge totale d'erreur maximale admissible pour le luxmètre	Ft	5*)

*)ft est la somme des marges d'erreur spécifiques Photometer requirements

ANNEXE 2

Réponse spectrale du luxmètre

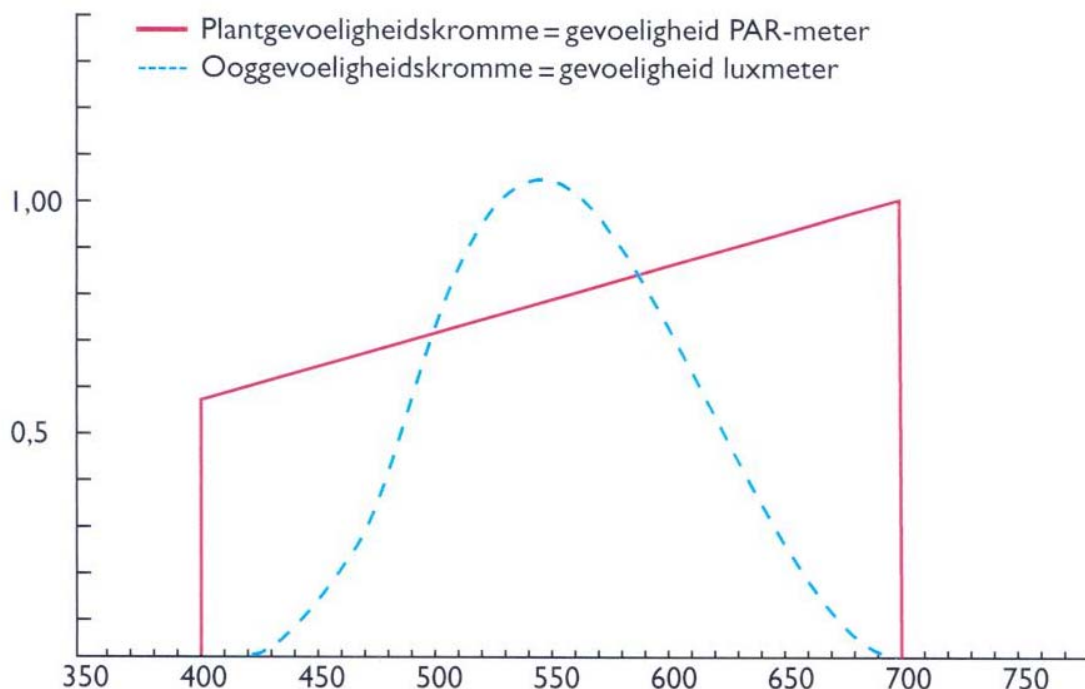
La réponse spectrale du système visuel (œil humain) peut être représentée sous forme de graphique. Pour la zone des petits cônes, il s'agit de la courbe dite courbe de λ . Dans cette courbe, la sensibilité du système visuel dans une échelle relative est mise en relation avec la longueur d'onde de la lumière. Cette sensibilité est désignée par V , qui dépend de la longueur d'onde (voir figure). Cette courbe représente les résultats de mesurages pour lesquels différentes personnes ont servi d'observateurs et elle est utilisée par l'organisation internationale de normalisation (ISO). Un luxmètre a une réponse qui est égale à cette courbe de sensibilité oculaire (courbe en pointillés dans la figure ci-dessous).

Réponse spectrale du mesureur PAR

Le coefficient PAR (Photosynthetic Active Radiation) est le spectre entre 400 et 700 nm. La photosynthèse est déterminée par le nombre de photons (quantum) entre 400 et 700 nm qui est absorbé et non pas par la somme des teneurs en énergie de ces photons. Le nombre de photons est donc la mesure la plus adéquate dans laquelle la quantité de lumière pour un processus photochimique peut être exprimée. Un capteur de quantum (avec correction de cosinus et sensible seulement dans la partie PAR du spectre) mesure le nombre de photons en $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$. Un éclairage lumineux mesuré en lux peut être globalement converti en nombre de photons en $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$. Toutefois, ce facteur de conversion dépend du type de source de lumière/des heures de fonctionnement pour lequel/lesquelles on a mesuré. Le mesureur PAR a une réponse représentée par la ligne tracée en continu dans la figure ci-dessous.

Courbe de sensibilité des plantes = sensibilité du mesureur PAR
Courbe de sensibilité de l'œil = sensibilité du luxmètre

sensibilité relative



ANNEXE 3

MODELE DE FORMULAIRE A REMPLIR AVEC LES RESULTATS DU MESURAGE A NOTER

Client : _____

But du mesurage : mesurage de contrôle/mesurage de livraison*

Nom : _____
Adresse : _____
Ville : _____
Tél./Fax : _____

Lieu de mesurage dans la serre : Chapelle no. _____ A gauche/droite du sentier du milieu _____ No. de l'armature _____
Lieu de mesurage dans la serre : Chapelle no. _____ A gauche/droite du sentier du milieu _____ No. de l'armature _____
Lieu de mesurage dans la serre : Chapelle no. _____ A gauche/droite du sentier du milieu _____ No. de l'armature _____

Spécifications de l'armature

Fabricant : _____
Arm. convenant pour: 220/230/240 volts : 220/230/240 Volt
Type de réflecteur : _____
Marque lampe/wattage : _____

Spécifications de l'installation

Longueur/largeur/hauteur de suspension : _____ :mètres
Hauteur de la lampe/hauteur de mesurage : _____ mètres

Date d'installation : mois/année

Nombre d'heures de fonctionnement des lampes : _____ heures
Nombre d'heures de fonctionnement des armatures : _____ heures

Alimentation en énergie

TE Parallèle/ilot Raccordement à la compagnie distributrice *

Tension L1 _____ L2 _____ L3 _____
Qualité de la tension d'alimentation L1 _____ L2 _____ L3 _____
Mesurée sur panneau d'alimentation/armature/ _____

Qualité de la tension d'alimentation

Dispositifs utilisés + date de calibrage

Luxmètre : _____
Tensiomètre : _____

* Rayer la mention inutile

SUITE ANNEXE 3

MODELE DE FORMULAIRE A REMPLIR AVEC LES RESULTATS DU MESURAGE A NOTER

Mesurages des champs effectués en lux/PAR*

Dimensions du champ de mesure : _____ x _____ x _____ (long. x larg. x haut.)

Résultats du mesurage champ 1

N.B. : SVP entourer d'un cercle les armatures dans le champ de mesure

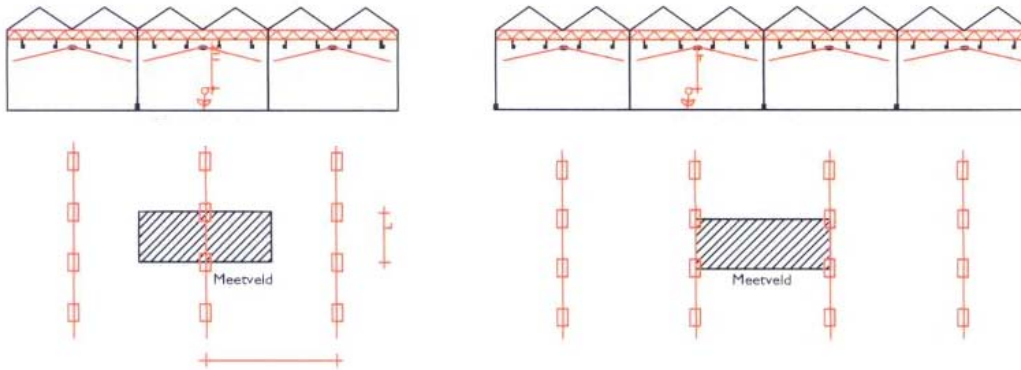
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A									
B									
C									
D									
E									

Résultats du mesurage champ 2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A									
B									
C									
D									
E									

Champ de mesure dans la chapelle

Champ de mesure entre 2 rangées d'armatures



Exemple de champ de mesure représentatif

L = distance entre les armatures dans la rangée B = distance entre les rangées H = hauteur entre la lampe et les plantes

Si possible, le champ doit être conforme à l'offre / au plan d'éclairage (voir champ de mesure représentatif)

Remarque : _____

Date du mesurage : _____
 Mesurage effectué par : _____